

SÓNIA CHAN MACHON

# **ESTUDO DO EFEITO DA ACUPUNTURA E MOXIBUSTÃO NA CONDUÇÃO NERVOSA**

Dissertação de Candidatura ao grau de  
Mestre em Medicina Tradicional  
Chinesa, submetida ao Instituto de  
Ciências Biomédicas Abel Salazar da  
Universidade do Porto.

Orientador:

Professor Jorge Machado

Categoria – Professor Associado

Afiliação – Instituto de Ciências  
Biomédicas Abel Salazar da  
Universidade do Porto

Co-Orientadora:

Mestre Maria João Rodrigues Ferreira  
Rocha dos Santos

Categoria – Mestre em Medicina  
Tradicional Chinesa

Afiliação – Heidelberg School of  
Traditional Chinese Medicine

工欲善其事，必先利其器，器利而後工乃精。醫者，舍方書何以為療病之本。

元，危亦林，世醫得效方序

Para fazer um bom trabalho, primeiro é preciso afinar o instrumento, só com o instrumento adequado é possível fazer um trabalho especializado.

Se um médico não tem estudos, qual é a sua fundamentação para a cura?

Dinastia Yuan, Wei Yi Lin, ShiYi DeXiaoFang

Tradução de Chan Hou Pak

# AGRADECIMENTOS

Não é fácil escrever uma tese, sem ajuda não teria conseguido.

Gostava de agradecer:

Ao meu orientador, Professor Jorge Machado, pelo apoio e amizade.

À Maria João Santos, és a luz no fundo do túnel que me ilumina nos tempos de desespero.

Ao Bruno Ramos, sem ti não havia estatística.

A todos os voluntários corajosos que se disponibilizaram para este estudo.

Às minhas pessoas – Anabela, Estrela e Sara – pela amizade e companhia, sem vocês o curso não teria sido o mesmo, menos risos, menos comida e sem bata da nata.

À minha Chefe, pelo apoio e tolerância.

À Hélia e ao Pedro, pela companhia e tudo o resto.

À Carina, estás destinada a corrigir o meu português para o resto da tua vida.

À minha mammy, pelo patrocínio desde curso e de todos os outros anteriores a este, sem ti, não existiria a Sónia de hoje.

Ao Sérgio Ferreira, por me aturares dia e noite nos tempos bons e maus.

## RESUMO

**Introdução:** A medicina tradicional chinesa, segundo o modelo de Heidelberg, é um sistema de sintomas e sinais utilizados para estabelecer o estado vegetativo e funcional do organismo. Este estado pode ser tratado com fitoterapia, acupuntura, moxibustão, Tui Na, QiGong ou dietética. A associação da acupuntura e da moxibustão permite uma ação terapêutica mecânica e térmica em simultâneo. Pretende-se com este trabalho estudar o efeito de acupuntura e da moxibustão no nervo cubital. Foi escolhido o ponto LingDao (C4) pela proximidade anatómica quer do ponto, quer do conduto do coração em si. Sendo o C4 um ponto transitório, a sua função é permitir que o Qi transite, atuando à distância no curso do conduto, compensando a depleção da orbe renal e dispersando agentes externos como o vento e a humidade.

**Material e métodos:** Foi aplicado um estímulo elétrico, com intensidade inicial de 20V, na porção supra epicondiliana do nervo cubital, aumentando a intensidade de 10 em 10V, a cada 10 impulsos aplicados, até atingir uma voltagem máxima de 80V. Aos 20 e aos 80V foi pedido ao participante para classificar de 0 a 10 o desconforto que sentiu. Após a estimulação elétrica e a colheita de dados, durante 6 minutos o grupo de controlo ficou em repouso, enquanto no grupo experimental foi efetuada acupuntura e moxibustão em C4. Após 6 minutos, foi repetido todo o processo de estimulação elétrica em ambos os grupos de estudo.

**Resultados:** A amostra total foi de 28 voluntários, com idades entre os 20 e os 35 anos, sendo 64.3% (n=18) mulheres. Verificou-se um aumento significativo na classificação do desconforto aos 80volts da 1ª estimulação para a 2ª em ambos os grupos, sendo essa diferença mais evidente no grupo experimental. O estímulo necessário para atingir a amplitude máxima foi menor na segunda estimulação do que na primeira, apenas com significância estatística no grupo experimental ( $p = 0,006$ ). Verificou-se um aumento do tempo de latência e uma diminuição da velocidade de reação da primeira estimulação para a segunda em ambos os grupos, mas foi estatisticamente significativo apenas no grupo de controlo ( $p = 0,018$  e  $p = 0,022$ ).

**Discussão e Conclusões:** A acupuntura e a moxibustão no ponto C4 têm efeito na eletrofisiologia da condução nervosa do nervo cubital: aumentando a sensibilidade; diminuindo a intensidade do estímulo necessário para atingir a amplitude máxima; e apresentando efeito sobre o tempo de latência e consequentemente na velocidade de reação.

**Palavras chave:** medicina tradicional chinesa, acupuntura, moxibustão, LingDao, condução nervosa, nervo cubital.

# ABSTRACT

**Introduction:** Heidelberg model of traditional chinese medicine is a system of sensations and findings designed to establish a functional vegetative state of the body. This state can be treated by techniques like phytotherapy, acupuncture, moxibustion, TuiNa, QiGong and dietetics. The association of acupuncture and moxibustion have a mechanic and thermic therapeutic action. The objective of this work is to study the effect of acupuncture and moxibustion on the ulnar nerve. The point LingDao (C4) was chosen because of its proximity both for the point itself and the conduit to the target area. Being a transitory point, the function of this point is letting the Qi flow, acting distantly at the course of the conduit, compensating repletion of the renal orb and dispelling external agents like ventus and humor.

**Material and methods:** Electrical stimulation was applied on the ulnar nerve above the epicondyle with initial intensity of 20V, after each 10 impulses applied the intensity was increased by 10V, up to a maximal of 80V. At 20 and 80V we asked the participant to rank 0 to 10 the discomfort his feeling. After stimulation and collecting data, for 6 minutes the control group was put to rest, while to the experimental group acupuncture and moxibustion was applied. After 6 minutes, the whole procedure of electrical stimulation was repeated in both study groups.

**Results:** The sample was comprised by 28 volunteers, within the age 20 to 35, 64.3% (n=18) female. There was a significant increase in discomfort classification at 80V, between the 1st and 2nd set of stimulations in both groups, although this difference was more evident in the experimental group. The stimulus required to achieve maximum amplitude was lower at the second stimulation than the first, with statistical significance only in the experimental group ( $p = 0.006$ ). An increase in the latency and decrease in the reaction rate, was seen between the first and second stimulation in both groups, but only statistically significant in the control group ( $p = 0.018$  and  $p = 0.022$ ).

**Discussion and Conclusions:** Acupuncture and moxibustion at point C4 has a positive effect on the ulnar nerve: increasing sensitivity; decreasing the intensity of the stimulus necessary to achieve maximum amplitude; and also on latency time and consequently the reaction speed.

**Key words:** traditional chinese medicine, acupuncture, moxibustion, LingDao, nerve conduction, ulnar nerve.

# ÍNDICE

## Conteúdo

INTRODUÇÃO.....	1
1. Medicina Tradicional Chinesa.....	1
1.1. História de Medicina Tradicional Chinesa .....	1
1.1.1. Medicina Tradicional Chinesa Pelo Mundo.....	2
1.2. Conceitos e Bases de Medicina Tradicional Chinesa.....	3
1.3. Acupuntura e Moxibustão .....	11
1.4. Conduto do Coração .....	13
1.4.1. C4 - <i>via vis structivae</i> / LingDao .....	14
2. Condução Nervosa e Contração Muscular .....	18
2.1. Componente Nervosa .....	18
2.2. Componente Muscular .....	20
2.3. Transmissão Neuromuscular – O Potencial de Ação .....	22
2.4. Particularidades da Condução Nervosa .....	24
2.4.1 Velocidade de Condução Nervosa .....	24
2.4.2. Período Refratário .....	25
2.5. Particularidades da Contração Muscular.....	25
2.5.1. Frequência da Condução Nervosa e da Contração muscular.....	25
2.5.2 Força de Contração Muscular .....	26
3. Doenças Neuromusculares .....	28
3.1. Lesão do Nervo Periférico.....	30
3.1.1. Regeneração dos Axónios nos Nervos Periféricos .....	30
3.2. Nervo Cubital .....	32
3.2.1. Variações Anatômicas do Nervo Cubital.....	33
3.2.2. Lesão do Nervo Cubital .....	34
3.3. Estudo Eletrofisiológico.....	35
4. Objetivos .....	39

MATERIAIS E MÉTODOS .....	40
1. Comissão de Ética .....	40
2. Consentimento Informado .....	40
3. Local de Colheita de Dados .....	40
4. Escolha da Amostra .....	40
5. Material .....	40
6. Metodologia.....	42
RESULTADOS .....	44
1. Caracterização da Amostra .....	44
2. Análise Estatística .....	44
3. Apresentação dos Resultados.....	45
3.1. Sensibilidade .....	45
3.2. Potencial de Ação Muscular Composto.....	47
3.2.1. Amplitude .....	49
3.2.2. Tempo de Latência.....	50
3.2.3. Velocidade de Reação .....	51
DISCUSSÃO .....	53
CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS .....	55
BIBLIOGRAFIA.....	56
ANEXOS .....	60

## Índice de Imagens

Figura 1 - Teoria dos cinco elementos.....	5
Figura 2 - Curva sinusal representando as fases de um processo .....	5
Figura 3 - Representação esquemática das orbes de cada fase e as suas respetivas funções.....	6
Figura 4 - Representação esquemática das componentes do diagnóstico funcional de medicina tradicional chinesa .....	9
Figura 5 - Algor Laedens Theory (ALT) .....	10
Figura 6 - Os dois métodos de moxibustão: directa e indirecta .....	11
Figura 7 - Teoria dos cinco indutórios.....	13
Figura 8 - Conduto do coração .....	14
Figura 9 - Cun, a unidade de medida na medicina tradicional chinesa.....	15
Figura 10 - Localização do ponto C4 (HE-4) .....	15
Figura 11 - Correlação anatómica do conduto coração e nervo cubital .....	16
Figura 12 - Os dois tipos de fibras nervosas .....	18
Figura 13 - Morfologia dos nervos e os diferentes calibres das fibras nervosas.....	19
Figura 14 - Unidade motora .....	20
Figura 15 - Organização da fibra muscular .....	21
Figura 16 - Representação esquemática do fluxo activo e passivo dos potássio, sódio e cloro pela membrana celular .....	22
Figura 17 - A propagação do potencial de ação pela fibra nervosa.....	23
Figura 18 - Mecanismo de ação da acetilcolina na fenda sináptica .....	24
Figura 19 - Neuropatia desmielinizante .....	28
Figura 20 - Diagrama simplificado dos diagnósticos diferenciais da fraqueza muscular...29	
Figura 21 - Representação esquemática dos vários tipos de lesão neuronal.....	31
Figura 22 - Plexo braquial .....	32
Figura 23 - Nervo cubital .....	33
Figura 24 - Anastomoses entre os nervos cubital e mediano .....	33
Figura 25 - Canal de Guyon e lesão do ciclista.....	34
Figura 26 - Registos de electromiografia .....	35
Figura 27 - Estudo da condução nervosa no nervo cubital .....	36
Figura 28 - Propagação do potencial de acção.....	37
Figura 29 - Agulha inserida no ponto C4.....	41
Figura 30 - Cilindros ocos de moxa .....	41
Figura 31 - Hardware e cabos de conexão Biopac Pro System .....	41
Figura 32 - Estimulador Biopac Pro System.....	41



Figura 33 - Localização dos eletrodos .....	42
Figura 34 - Aplicação de estímulo na porção supra epicondilar do nervo cubital.....	42
Figura 35 - Apresentação gráfica dos dados.....	48

## Índice de Tabelas

Tabela 1 - Correlação anatômica do conduto coração e nervo cubital .....	15
Tabela 2 - Caracterização da amostra .....	44
Tabela 3 - Primeira sensação percebida. ....	45
Tabela 4 - Classificação do desconforto aos 20 e aos 80 volts. ....	46
Tabela 5 - Voltagem a qual aparece o primeiro potencial de ação muscular composto. ..	47
Tabela 6 - Voltagem a qual o potencial de ação muscular composto atinge amplitude máxima. ....	49
Tabela 7 - Amplitude máxima. ....	50
Tabela 8 - Tempo de latência. ....	51
Tabela 9 - Velocidade de reação. ....	52

## Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Aumento da sensibilidade.....	45
Gráfico 2 - Diminuição da voltagem necessário para atingir amplitude máxima. ....	50
Gráfico 3 - Aumento do tempo de latência. ....	50
Gráfico 4 - Diminuição da velocidade de reação. ....	52

# INTRODUÇÃO

## 1. Medicina Tradicional Chinesa

### 1.1. História de Medicina Tradicional Chinesa

Achados arqueológicos demonstraram que a acupuntura já era praticada nas sociedades primitivas desde 6000-5000 AC, estando a moxibustão primitiva relacionada com o aparecimento do fogo, há mais de 8000 anos [1].

De acordo com registos históricos, os instrumentos para a prática de acupuntura das sociedades primitivas eram feitos de pedra [1], bronze [1] e posteriormente de bambu [2].

O primeiro livro teórico sobre medicina tradicional chinesa, HuangDi NeiJing (Tratado de Medicina Interna do Imperador Amarelo), foi escrito entre 300 e 100 AC [1]. Neste livro escreve-se que a acupuntura teve a sua origem numa região de pescadores da costa oriental da China e a moxibustão no norte, numa região onde as populações viviam da caça e utilizavam o fogo para se protegerem do frio [1].

Nos séculos XXI-III AC, surgem as teorias filosóficas de YinYang e de Wu Xing (Cinco Elementos: madeira, fogo, terra, metal e água) [Figura 1]. Os termos como Qi, Jing, Shen, entre outros, começam a ser utilizados na clínica quotidiana [1]. É também nesta época que é desenvolvido o estudo do pulso [1].

Na dinastia Han (475-256 AC), foi estabelecido e fortificado o sistema feudal na China. O aumento da força laboral, consequente das alterações ocorridas no sistema social, permitiram o aprofundamento dos conhecimentos médicos e farmacológicos e procedeu-se à sumarização e compilação de todos os conhecimentos sobre a medicina tradicional chinesa. Foi também nesta dinastia que surgiu HuaTuo, o pioneiro da anestesia com acupuntura, que descobriu inúmeros pontos de acupuntura e o fenómeno JingLuo ou fenómeno da propagação dos estímulos ao longo das sinartérias [1].

Na Dinastia Tang, a China encontrava-se num período de prosperidade cultural e económica. Foi fundado o primeiro Colégio Médico Imperial, com seis especialidades médicas, incluindo a acupuntura e a moxibustão. A partir da Dinastia Yuan foram surgindo várias subespecialidades como a acupuntura mano-podal, a acupuntura craniana, a auriculoterapia [1], etc.

Na Dinastia Ming (1368-1644), a acupuntura atingiu o seu clímax, sendo o principal processo terapêutico em toda a China, altura em que há a maior difusão de conhecimentos de medicina tradicional chinesa pelo mundo ocidental [1].

Com o início da Dinastia Qing (1644-1912), começou o declínio da medicina tradicional chinesa, que foi progressivamente substituída pela medicina científica ocidental [1, 3]. O Colégio Médico Imperial depois de 1200 anos foi encerrado e entrou numa era de proibicionismo da prática de medicina tradicional chinesa, que se prolongou por cerca de três séculos [1]. O proibicionismo foi atenuado, em 1912, com a implantação da República da China. Em 1944, numerosos médicos ocidentais que prestavam assistência aos jovens revolucionários, da época da revolução literária, iniciaram a sua aprendizagem de acupuntura e, em 1945, foi inaugurada a primeira clínica de acupuntura da “era nova” no Hospital Internacional da Paz, na província de Yunan [1].

Após a libertação e a fundação da República Popular da China, passou a fazer parte das preocupações do novo governo a integração das medicinas ocidental e tradicional chinesa. Em 1951, foi fundada a Clínica Experimental de Acupuntura e Moxibustão, que deu origem à atual Academia de Medicina Tradicional Chinesa de Beijing [1].

Durante os anos 50, os conceitos de medicina tradicional chinesa foram revistos e atualizados. Foi sistematizada a filosofia da medicina tradicional chinesa e reavaliadas as indicações clínicas da acupuntura e da moxibustão. Nos anos 70, foram revistos e atualizados os grandes tratados de medicina tradicional existentes até essa data e o estudo da acupuntura analgésica e anestésica ganhou popularidade. A partir dos anos 70, foram surgindo incontáveis estudos sobre a medicina tradicional chinesa, em vários campos científicos, como na neuroanatomia, na bioquímica, na fisiologia [1], etc.

Atualmente, na República Popular da China, as suas regiões autónomas (Macau, Hong Kong) e Taiwan, apresentam sistema de saúde com Medicina Tradicional Chinesa e Medicina Ocidental de forma integrada, correspondendo a 90% dos hospitais [3, 4]. Na China existem cerca de 440700 instituições, com um total de 520600 camas de internamento, onde é praticada Medicina Tradicional Chinesa [4]. Os médicos podem sugerir as opções terapêuticas e a população é livre de escolher o tratamento segundo a Medicina Tradicional Chinesa, a Medicina Convencional ou a associação entre ambas [4].

#### 1.1.1. Medicina Tradicional Chinesa Pelo Mundo

Com o intercâmbio cultural entre a China e os países do Sudeste Asiático, a acupuntura espalhou-se rapidamente por todo o continente asiático. A acupuntura foi introduzida na Coreia em 541 e no Japão em 552 [1].

O primeiro contacto da medicina tradicional chinesa com o mundo ocidental foi transmitido por missionários jesuítas no século XVII [1, 5], mas não foi bem aceite pela sociedade médica europeia dessa altura [5]. O interesse sobre a acupuntura no mundo ocidental ressurgiu depois no século XIX, por médicos franceses [1, 5], britânicos e alemães [5].

Nos finais dos anos 70, a Organização Mundial de Saúde, sob o lema da “saúde para todos no ano 2000”, começou a patrocinar cursos de acupuntura e moxibustão para os médicos estrangeiros [1]. Em 2012, a Organização Mundial de Saúde atualizou as definições de Medicina Complementar ou Medicina Alternativa, Medicina Tradicional e Medicina Convencional, sendo então a medicina tradicional chinesa uma medicina tradicional na China e uma medicina complementar ou alternativa nos países ocidentais. Em França, Alemanha e Suíça há uma integração da medicina alternativa nos sistemas nacionais de saúde [4].

Em Portugal o primeiro processo de regulamentação da Medicina Alternativa e das Terapêuticas Não Convencionais ocorreu em 2001 [6]. Neste momento, a regulamentação das terapêuticas não convencionais encontra-se em processo. A legislação inicialmente aprovada — a Lei n.º45/2003, de 22 de agosto — estipula a aprovação e regulamentação suplementar que a ACSS, I.P., em colaboração com outras entidades, como a Direção-Geral da Saúde, a Direção-Geral do Ensino Superior e a Agência de Avaliação e Acreditação do Ensino Superior, já concluiu, possibilitando o acesso às respetivas profissões e salvaguardando a segurança dos utentes [7]. Nesta lei consideram-se terapêuticas não convencionais aquelas que partem de uma base filosófica diferente da medicina convencional e aplicam processos específicos de diagnóstico e terapêuticas próprias, reconhecendo-se como terapêuticas não convencionais a prática de acupuntura, homeopatia, osteopatia, naturopatia, fitoterapia e quiropraxia.

## 1.2. Conceitos e Bases de Medicina Tradicional Chinesa

A medicina tradicional chinesa, segundo o modelo de Heidelberg, tem uma abordagem moderna e científica no seu ensino, de forma a promover e integrar a medicina tradicional chinesa na sociedade médica moderna. Este modelo foi desenvolvido pelo Prof. Dr. Johannes Greten com base no trabalho inovador do Prof. Manfred Porkert [8].

Medicina tradicional chinesa, segundo o modelo de Heidelberg, é um sistema de sintomas e sinais utilizados para estabelecer o estado vegetativo e funcional do organismo. Este estado pode ser tratado com fitoterapia, acupuntura, Tui Na, QiGong ou dietética [9].

O modelo de Heidelberg aborda a medicina tradicional chinesa de forma racional e moderna, incluindo conceitos de fisiologia e anatomia humana no modelo clássico de medicina tradicional chinesa. Este modelo estabelece também uma linguagem científica, rigorosa e coerente que facilita a comunicação [9].

Segundo a Medicina Tradicional Chinesa, toda a fisiologia do corpo humano assenta na inter-relação funcional dos JinLuo, ZangFu, Qi, Xue, Shen e Jing, conceitos que vão ser abordados de seguida.

### **Yin/Yang**

O Homem é visto como uma reflexão da harmonia natural estabelecida entre o céu e a terra, entre os dois polos Yin e Yang [1, 10]. Yin e Yang são considerados como elementos primogénitos do universo, possuindo inúmeras qualidades e em conjunto a base de todo o universo, o princípio da criação de todas as coisas, a raiz e a fonte da vida e da morte [1].

A tradução fiel destes termos é praticamente impossível, eles são simultaneamente vagos para o pensamento ocidental e extremamente precisos para a filosofia Taoista, caracterizando Yin como toda a inatividade e Yang como todos os princípios ativos das existências [1].

Os termos Yin/Yang, convencionalmente são caracterizados pelo dualismo e pela complementaridade, como se fossem forças opostas que coexistem [1, 9], sendo o significado original de Yang o lado da montanha com sol e de Yin o lado da montanha com sombra [9].

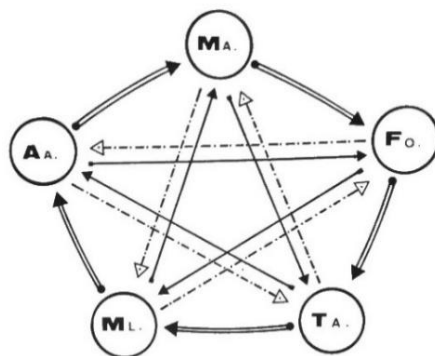
Estes polos opostos podem ser aplicados em termos de força, energias, situações estáticas ou rítmicas [9]. Segundo o modelo de Heidelberg, Yin é o termo que pode refletir calma, frio, escuro, preservação, contenção, concentração, substância, estrutura, qualidades orgânicas; e Yang o termo que pode ser usado para expressar ação, calor, luz, dinâmica, extroversão, expansão de energia, o aspeto energético ativo do processo de vida [9].

De uma forma filosófica, Yin e Yang constituem os pratos de uma balança, cujo fulcro é o Homem, sendo o seu equilíbrio harmonioso indispensável à existência da humanidade [1]. Aplicado na medicina, o equilíbrio entre Yin e Yang permite a harmonia e a saúde de um organismo.

### **Fases / WuXing (Teoria dos cinco elementos)**

Segundo o modelo Heidelberg, WuXing, ou a teoria dos cinco elementos do modelo clássico [Figura 1] de Medicina Tradicional Chinesa, é adaptada numa curva sinusoidal representando um processo cíclico [Figura 2]. As fases (Phases) fazem parte deste

processo cíclico e regulatório em termos cibernéticos. Relativamente ao Homem, as fases são tendências vegetativas funcionais e manifestam-se como um grupo de sinais clínicos relevantes no diagnóstico (Orb) [9]



TA: Terra. Domina os *Pi*-baço/pâncreas e *Wei*-estômago  
ML: Metal. Domina os *Fei*-pulmão e *Dachang*-colon  
AA: Água. Domina os *Shen*-rim e *Pangguang*-bexiga  
MA: Madeira. Domina os *Gan*-fígado e *Dan*-vesícula  
FO: Fogo. Domina os *Xin*-coração e *Xiaochang*-intestino e os *Xinbao*-pericárdio e *Sanjiao*-triplo aquecedor  
↺: Interpromoção ou criação  
→: Subjugação ou interação e hiperacção sinérgica  
➤: Antagonismo

Figura 1 - Teoria dos cinco elementos segundo modelo clássico [1].

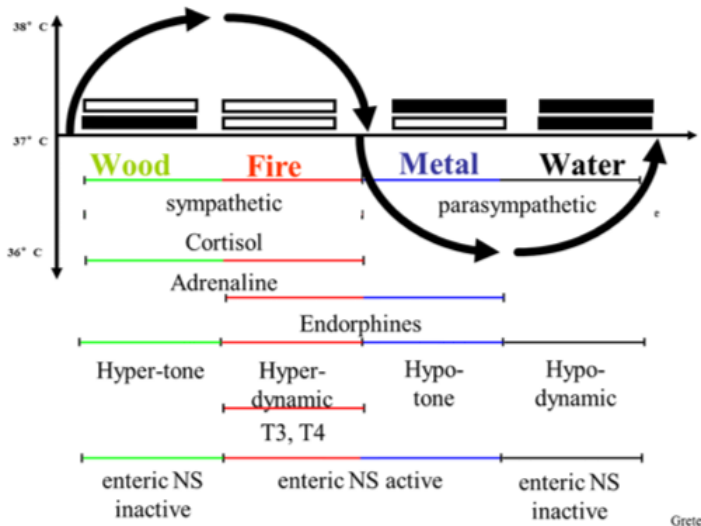


Figura 2 - Curva sinusal representando as fases de um processo cíclico correlacionando as com o seu estado vegetativo funcional [9].

Existem duas fases Yang e duas fases Yin, que se correlacionam à função do sistema simpático e parassimpático respetivamente [Figura 2]. As duas fases Yang correspondem à madeira (Wood) e ao fogo (Fire). Na fase madeira é criado o potencial e na fase fogo esse potencial é transformado para uma forma funcional. As duas fases Yin correspondem ao metal (Metal) e à água (Water). Na fase metal há um declínio da energia que é regenerada na fase água. Estas quatro fases são cíclicas e o vetor que muda a direção da força, permitindo a passagem de uma fase para a outra, é a terra (Earth), podendo esta ser interpretada como o elemento da transformação e evolução [9].

## Orb / ZangFu (Órgãos e Visceras)

Segundo a nomenclatura de Heidelberg, orbe é o correspondente a ZangFu ou órgãos e vísceras da nomenclatura clássica. Como já referido anteriormente, esta é uma manifestação clínica de uma fase e é constituída por um grupo de sinais relevantes ao diagnóstico do estado funcional de uma determinada região do corpo (Body Island), que por sua vez se correlaciona com as propriedades funcionais de um conduto (Conduit) [9]. ZangFu é um termo complexo que interrelaciona a função dos diferentes órgãos e sistemas do organismo. Zang significa órgãos (maciços) e está relacionado com o elemento Yin em termos funcionais, enquanto Fu pode ser traduzido como vísceras (ocas) e ser relacionado com a componente Yang. Estes podem não corresponder inteiramente às estruturas anatómicas da medicina ocidental [1].

Segundo a abordagem holística do corpo humano, entre os ZangFu ou orbe existe uma inter-relação específica de pares, quer estruturalmente quer funcionalmente, portanto cada Zang relaciona-se interna ou externamente com um Fu específico [1], que na nomenclatura de Heidelberg será uma orbe interna ou externa (Internal Orb ou External Orb).

Existem então doze orbes segundo o modelo de Heidelberg [Figura 3], sendo seis Zang (órgãos) e seis Fu (vísceras). Segundo o modelo clássico, cada uma dessas orbes tem as suas funções mas com inter-relação coletiva entre elas, de forma a que todos os Zang e Fu estejam relacionados uns com os outros [1].

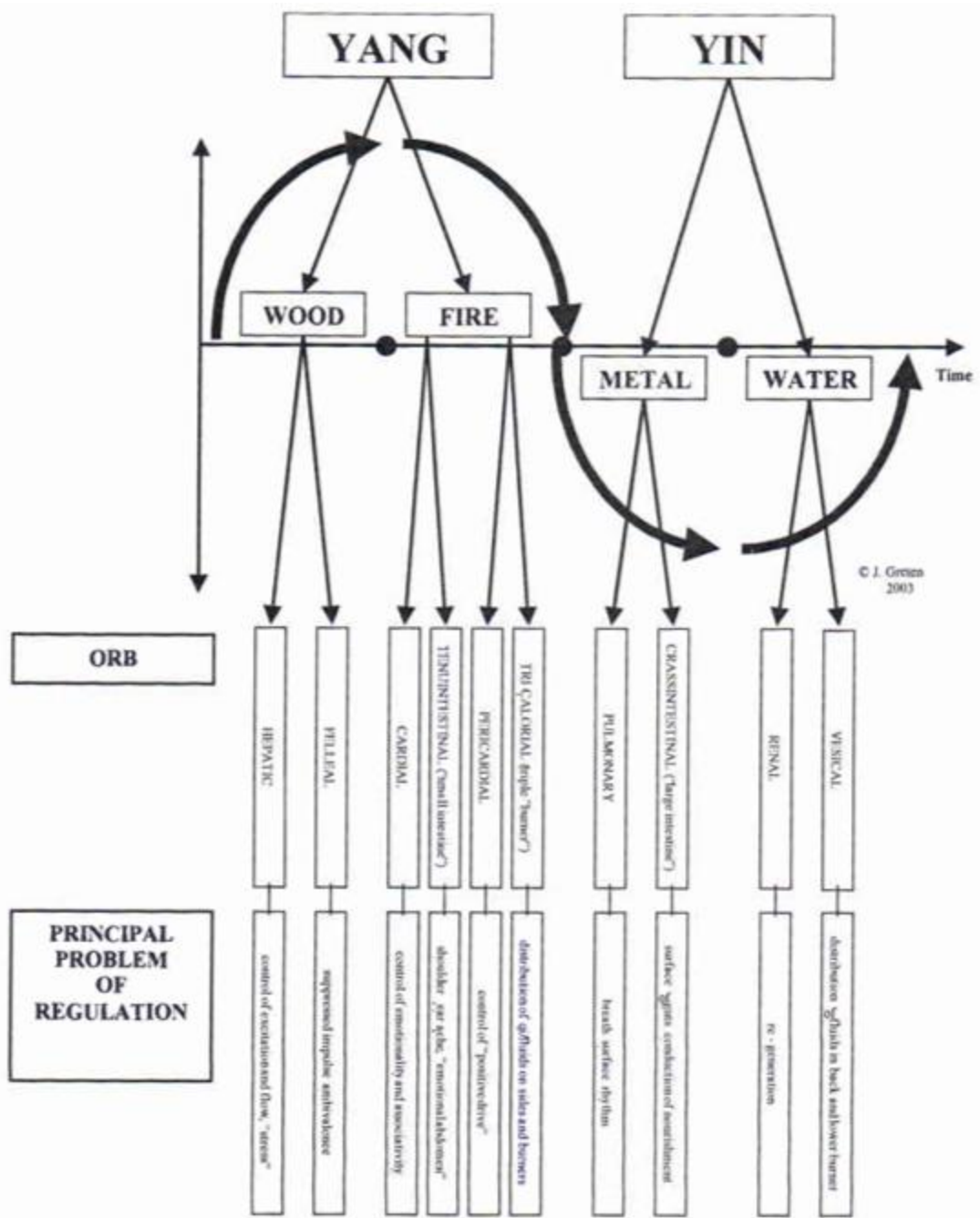


Figura 3 - Representação esquemática das orbes de cada fase e as suas respectivas funções [9].

## **Qi**

Qi, um termo intraduzível do léxico médico chinês, tem como base a filosofia Taoista e pode ser interpretado como função, movimento, tendência e energia [1]. Segundo o modelo de Heidelberg, Qi é a capacidade vegetativa funcional de um tecido ou órgão, podendo este causar uma sensação de pressão, tração ou fluxo [9].

No corpo humano existem vários tipos de Qi, que variam consoante a sua origem, distribuição e funções. O modelo de Heidelberg aborda 3 tipos de Qi: Qi originale, Qi defensivum e Qi nutritivum, não abordando outros tipos de Qi definidos no modelo clássico, como o Zong qi (essencial ou ancestral) e o ZhenQi (genuíno).

- a) Qi Originale corresponde ao YuanQi no modelo clássico. É o Qi congénito originado diretamente do rim (Renal Orb) e do Yin sobre a influência do Shen. Está relacionado com o crescimento, o desenvolvimento, a função reprodutora e o sistema imunológico [1, 9];
- b) Qi defensivum corresponde ao WeiQi do modelo clássico. É o Qi produzido pelo SanJiao (Tricaloric orb) e distribuído pelo pulmão (Pulmonal Orb), circulando por fora dos condutos, na superfície (Extima) [1, 9].
- c) Qi nutritivum corresponde ao YingQi no modelo clássico. É o Qi proveniente de nutrientes [9] essenciais e que circula com o sangue dentro dos vasos sanguíneos. Tem como principais funções a formação e transformação do Xue, coadjuvando-o ainda na nutrição dos tecidos do organismo [1].

## **Xue**

Segundo o modelo Heidelberg, Xue é um conceito da medicina tradicional chinesa como Qi ou Shen impossível de ser traduzido. Ele é definido como uma forma de energia associada a fluídos corporais com capacidade de aquecer, hidratar, nutrir e criar Qi num tecido, podendo ser equiparado aos efeitos da microcirculação da medicina convencional [9]. É de referir que o Qi e o Xue estão intimamente relacionados e que com a ausência de um deles o outro não pode existir [1].

## **Shen**

Segundo o modelo de Heidelberg, Shen é definido como uma capacidade funcional de pôr em ordem a associatividade mental e as emoções, criando presença mental [9]. No modelo clássico, Shen pode ser traduzido como espírito. Pertence ao elemento Yang e pode ser equiparado a uma força que controla todas as ações e estados mentais [1].



## Jing

Segundo o modelo de Heidelberg, Jing é um potencial estrutural congénito que vai reduzindo com a idade. Pode ser equiparado às funções nucleares de células da medicina convencional [9].

## Ye

Ye, ou segundo a nomenclatura do modelo de Heidelberg Body Fluids, é efetivamente líquido corporal que hidrata os tecidos, podendo ser equiparado ao ambiente homeostático onde estão as células [9].

## Condutores /JingLuo (Sinartérias)

Segundo modelo de Heidelberg, os condutores, que correspondem a JingLuo ou sinartérias da nomenclatura clássica, são grupos de pontos que apresentam efeitos sobre alguns sinais clínicos de uma orbe e são designados como condutores porque permitem o fluxo de Qi e Xue [9].

Segundo o modelo de Heidelberg, a doença é derivada de um ou mais dos seguintes quatro fatores: excesso de um agente patogénico, problemas de transição entre as fases, desequilíbrio entre os mecanismos antagonistas e défice de Yin (que por sua vez pode ser défice de Yin como tecido estrutural, Xue, Jing e/ou Ye)

De acordo com o modelo de Heidelberg, o diagnóstico na medicina tradicional chinesa tem quatro componentes: a **constituição (Constitution)**, o **agente (Agent)**, a **orbe (Orb)** e os **critérios guia (Guiding Criteria)** [Figura 4] [9].

A constituição é a natureza interior de cada pessoa. É a tendência para expressar predominantemente sinais de uma orbe [9].

O agente é o fator patogénico que causa sintomas e sinais específicos. Os agentes podem ser internos, externos ou neutros [9]. Os agentes internos são agentes essencialmente relacionados com emoções e estado de espírito: ira (Ira), luxúria (Voluptas), sofrimento (Maeror), ansiedade (Timor), choque (Pavor), solicitude (Solicitude), pensamentos constantes (Cogitation). Os agentes externos têm nomes derivados do clima por apresentarem sintomas semelhantes à exposição excessiva de um fator ambiental sobre o organismo, podendo este tornar-se patogénico: corrente de ar (Ventus), frio (Algor), humidade (Humor) e secura (Ariditas), ardor (Ardor) [9]. Nos agentes neutros incluem malnutrição, traumatismo, infeções, excesso de trabalho [9], etc.

As orbes já foram abordadas anteriormente, são um grupo de sinais que nos permite avaliar o estado funcional do organismo [9].

Os critérios guia são a interpretação matriz de sintomas da medicina tradicional chinesa. É baseado em quatro modelos reguladores fisiológicos: **depleção/repleção (Depletion/Repletion)**, **calor/frio (Calor/Algor)**, **exterior/interior (Extima/Intima)**, **estrutura/função (Yin/Yang)** [9]. Repleção e depleção referem-se à capacidade funcional induzida pelo sistema neurovegetativo, sendo repleção hiperfunção e depleção hipofunção das orbes envolvidas [9]. Calor e frio referem-se à capacidade funcional induzida pelo estado humorvegetativo, equiparado ao estado e ao papel da microcirculação no curso da doença [9]. Exterior e interior referem-se à profundidade e à localização da doença. Permite caraterizar a evolução da doença, podendo ser considerado como estado neuroimunológico [9]. Yin/Yang, como critério guia, refere-se à condição de deficiência estrutural no caso do Yin e deficiência reguladora no caso de Yang [9].

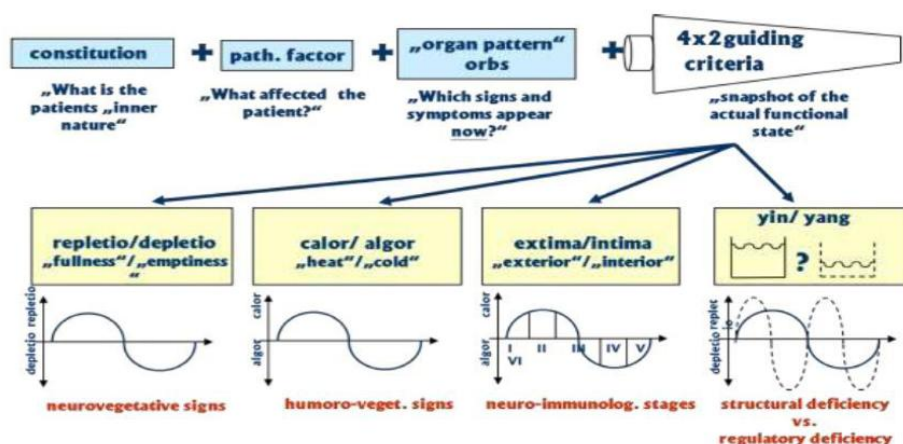


Figura 4 - Representação esquemática das componentes do diagnóstico funcional de medicina tradicional chinesa [9].

Uma particularidade do agente externo frio é a sua capacidade de invadir o organismo através de seis estádios - **Algor Leadens Theory (ALT)** [Figura 6]. Esta teoria tem a sua origem no Shang Han Lun, em que o agente frio invade do exterior para o interior (da Extima para a Intima), ultrapassando vários níveis de defesa e afetando o fluxo de Qi e Xue [9].

Segundo a ALT há 6 estádios neste processo de doença, sendo os primeiros três correspondentes à Extima e Yang, portanto défice de regulação com patologia das camadas mais superficiais, e os últimos três estádios correspondentes à Intima e Yin, portanto lesão estrutural das estruturas mais profundas. Os seis estádios da ALT são [9]:

**ALT I (Yang major)** - Quando o agente frio invade a primeira camada de defesa o Qi defensivum é afetado, podendo induzir desativação localizada do Xue. Em termos de medicina convencional, pode ser equiparado ao défice de microcirculação, sendo os condutos mais frequentemente afetados os condutos que contêm mais Xue e Qi, nomeadamente o conduto da bexiga (Vesical Conduit) e do intestino delgado (Tenuintestinal Conduit). Um dos mecanismos de defesa do organismo ao frio é a produção

de calor para expelir o agente invasor nos condutos externos, que é designado de calor reativo (Reactive Calor). Quando esse mecanismo falha e o agente frio continua a sua invasão interna evolui para o estágio II.

ALT II (Splendor Yang) – Neste estágio há bloqueio do fluxo do Qi, sendo as fases e orbes do estômago e do intestino grosso (Stomach e Crassintestinal) as mais suscetíveis. É também o ponto alto do calor reativo, apresentando essencialmente sinais e sintomas de calor associados a essas orbes.

ALT III (Yang minor) – Sabendo que o Qi mobiliza o Xue, nesta fase o elemento afetado é o Xue com bloqueio e por vezes circulação em sentido contrário, causando uma sensação de calor interno, afetando essencialmente os condutos da vesícula biliar e tricalórico (Felleal e Tricaloric).

ALT IV (Yin major) – O agente frio invade o interior. Há diminuição do Qi nas respetivas Body Islands, e as orbes suscetíveis são a do baço e a do pulmão (Lienal e Pulmonal).

ALT V (Yin flectens) – Neste estágio o Xue do Body Island está afetado e as orbes suscetíveis são a do fígado e a do pericárdio (Hepatic e Pericardic).

ALT VI (Yin minor) – Nesta fase predomina o défice de Yin, envolvendo as orbes do coração e do rim (Cardial e Renal).

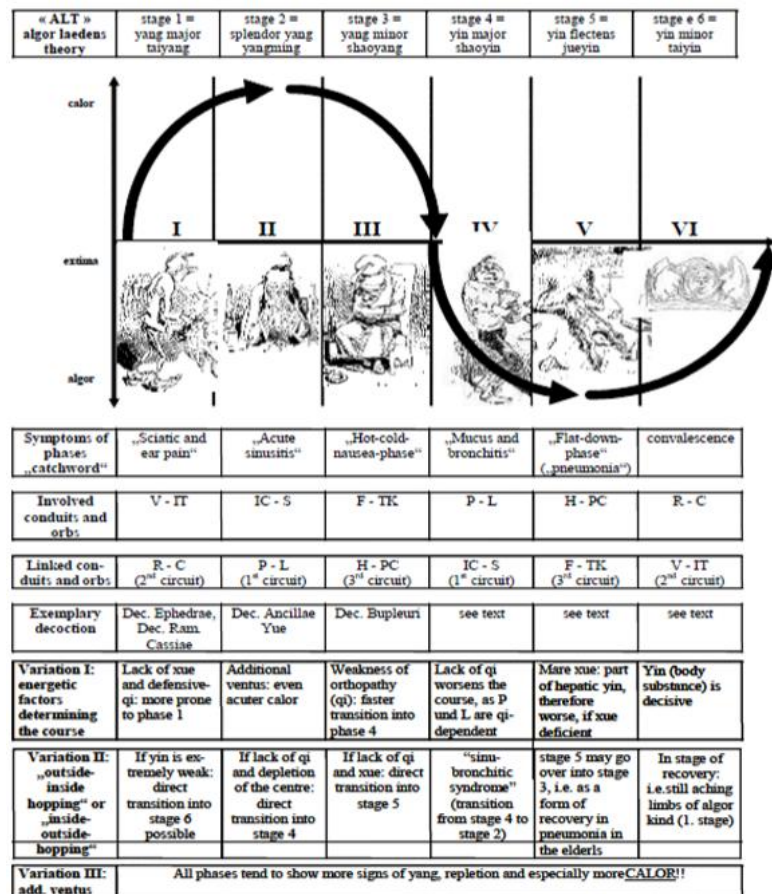


Figura 5 - Algor Laedens Theory (ALT) [9].

A avaliação de todos estes componentes acima descritos é necessária para o diagnóstico, que parte de uma boa anamnese e exame objetivo, de certa forma semelhante à medicina convencional, questionando o paciente sobre as características dos sintomas e avaliando dados objetivos como o pulso e a língua. No entanto, eles diferem na interpretação dos dados semiológicos e no raciocínio clínico.

Após estabelecido o diagnóstico, a medicina tradicional chinesa apresenta várias modalidades de tratamento, cada uma com as suas características, podendo ser usadas em associação: acupuntura, moxibustão, fitoterapia, QiGong, TuiNa e dietética [1, 3, 9].

### 1.3. Acupuntura e Moxibustão

A acupuntura e a moxibustão constituem um ramo especial e importante no âmbito da Medicina Tradicional Chinesa, não só devido às suas inúmeras aplicações clínicas como pela grande vantagem da quase inexistência de efeitos colaterais nefastos [1, 11, 12].

A acupuntura é uma técnica de prevenção e tratamento de doença na medicina tradicional chinesa. Consiste na inserção de agulhas de acupuntura em determinados pontos do corpo.

O termo ocidental moxibustão é derivado do termo japonês mokusa, correspondendo ao Jiu em chinês, técnica que consiste na aplicação de material hipertérmico nos pontos de acupuntura. [1, 13]

Existem dois métodos de moxibustão [Figura 6], a direta e a indireta. Na direta, há contacto direto da moxa em combustão com a pele, deixando uma lesão na pele. Na indireta, não há contacto direto da moxa com a pele, como no caso dos charutos e cilindros. No caso dos cones de moxa podem ser usados gengibre, alho ou sal na superfície onde se pretende aplicar calor [1, 13, 14]. Atualmente a moxibustão direta está em desuso pelo incómodo da queimadura e também por razões cosméticas de cicatrização [13].

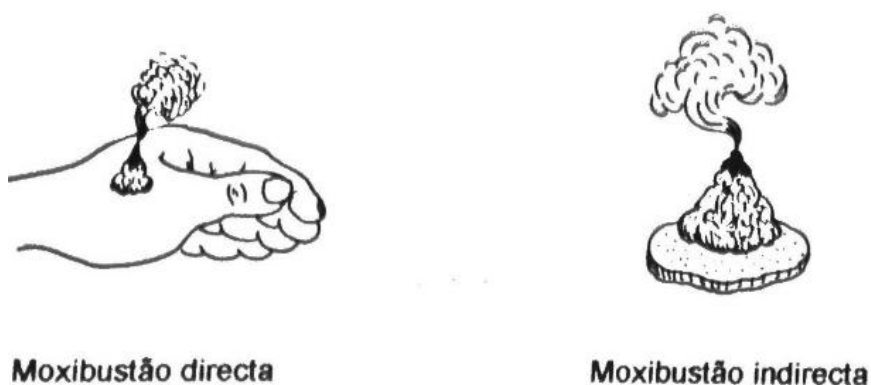


Figura 6 - Os dois métodos de moxibustão: directa e indirecta [1].

A moxibustão pode ser aplicada em forma de lã de moxa, cones pré moldados, charutos ou cilindros de moxa, constituídas essencialmente por folhas secas de *Artemisia vulgaris* que são colhidas na primavera, secas ao sol, limpas e depois trituradas, podendo também conter gengibre seco, canela, *Flos Caryophylli*, *Radix Angelicae Dahuricae*, *Realgar*, *Rhizome Atractylodis*, Resina, *Boswelliae Carterii*, *Myrrha* e *Pericarpium Zanthoxyli* [1, 13, 14]. Por vezes são usadas também outras espécies de artemísia como *Artemisia veriotorum*, *Artemisia abrotanum* e *Artemisia cappilaris* [1]. Para melhorar a qualidade, o processo de limpeza e de trituração deve ser repetido várias vezes e a moxa deve ser armazenada pelo menos dois anos antes de ser usada [13]. A qualidade da moxa pode ser avaliada pela facilidade em ser acesa, pela combustão homogénea, estável e sem produção de chamas [13].

A moxibustão permite a remoção de obstruções dos condutos causadas pelo agente externo frio (Algor), por regular o yang e ativar a circulação do Xue e do Qi [1, 9, 13].

Segundo Pokert, a acupuntura e a moxibustão constituem uma ação terapêutica mecânica e térmica em pontos específicos da superfície corporal – pontos de acupuntura [13].

Os pontos de acupuntura de um conduto, quando estimulados, atuam nos sintomas da respetiva orbe, por exemplo, a estimulação de um ponto pulmonar pode aliviar sintomas pulmonares como a dispneia. No entanto, cada ponto de acupuntura tem as suas características específicas e variados efeitos, incluindo sistémicos ou noutras orbes pelo efeito na fase, pela posição anatómica, no conduto e no corpo, pela associação com o seu conduto par e na presença do agente frio pela ALT também [9].

A teoria dos cinco indutórios (Quinque Inductories) [Figura 7] permite a sistematização de alguns pontos de acupuntura dentro de cada conduto principal por características funcionais desses pontos, existindo então cinco categorias:

1. Puteal (Puteal): são pontos indicados nas situações de emergência permitindo a abertura/fecho de um conduto.
2. Efusório (Effusory): são pontos que funcionam como se fossem válvulas de pressão, indicados no alívio de situações com grande repleção.
3. Indutório (Inductory): são pontos que permitem a o controlo fino do Qi original entre o conduto e as camadas mais profundas do organismo.
4. Transitório (Transitory): são pontos que funcionam como os canos associados a uma bomba do sistema de canalização, permitindo o fluxo e o trânsito de Qi dentro do conduto.
5. Conjuntório (Conjunctory): são pontos que conectam o conduto ao Yin.

Para além de apresentarem funções consoante a categoria, estes pontos também são alocados nas respetivas fases consoante se se trata de um conduto Yin (Inner Orb) ou Yang (Outer orb) [Figura 7]. Num conduto Yin o ponto puteal corresponde à fase madeira, o ponto efusório corresponde à fase fogo, o ponto indutório corresponde à terra, o ponto transitório corresponde à fase metal e o conjuntório à fase água. Num conduto Yang o ponto puteal corresponde à fase metal, o ponto efusório corresponde à fase água, o ponto indutório corresponde à madeira, o ponto transitório corresponde à fase fogo e o conjuntório à terra.

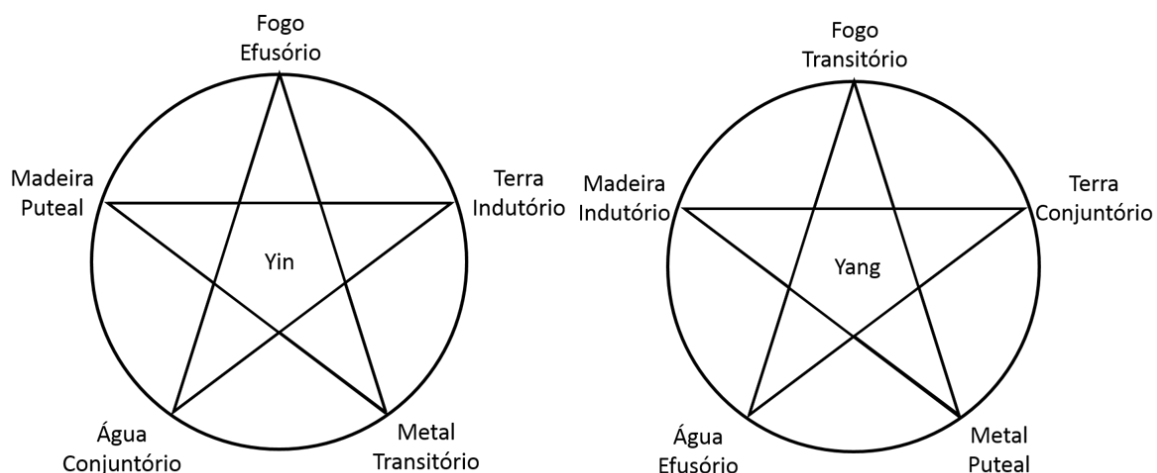


Figura 7 - Teoria dos cinco indutórios.

Existem catorze condutos principais, seis acessórios e quinze colaterais, bem como trezentos e sessenta e cinco pontos principais de acupuntura, inúmeros pontos dolorosos (Ashi Points) e mais de mil pontos extraordinários [1]. Neste trabalho vai ser abordado de forma detalhada apenas o conduto do coração e o ponto C4.

#### 1.4. Conduto do Coração

O conduto do coração tem origem na região cardíaca [Figura 8]. Faz a conexão de toda a rede da orbe do coração (Cardial Orb). Ainda no coração, o conduto bifurca-se e emite duas colaterais internas, a colateral ascendente que se estende pelo esófago e comunica com o sistema visual; e a colateral descendente que atravessa o diafragma e conecta a orbe do coração à orbe do intestino delgado (Tenuintestinal Orb).

O conduto principal, depois de atravessar a orbe e o conduto pulmonar (Pulmonal Orb and Conduit), emerge na região axilar, pelo lado medial do braço, com percurso paralelo ao conduto do pulmão e do pericárdico até ao antebraço, depois passa pelo pisiforme e entra na palma, terminando no lado radial da falange distal do 5º dedo da mão.

Grande parte do trajecto do conduto principal do coração é sobreponível ao trajecto do nervo cubital, principalmente na porção distal do membro superior.

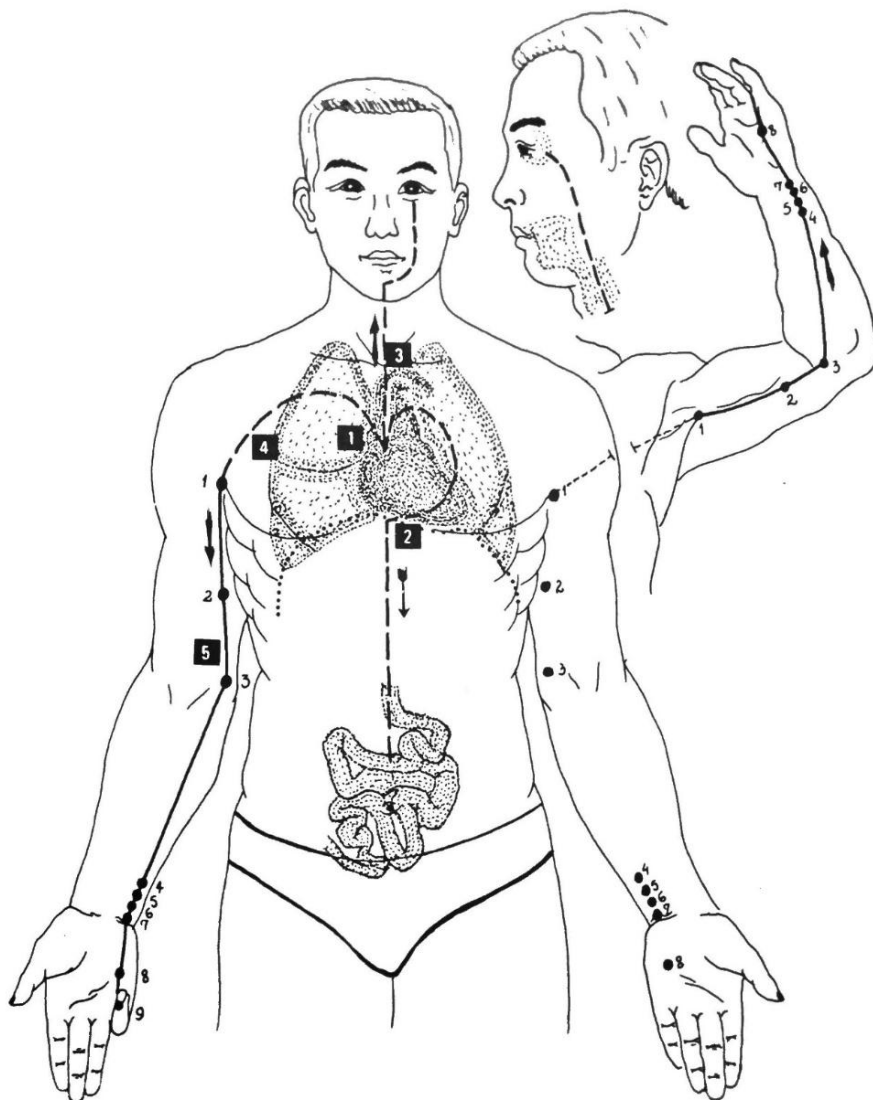


Figura 8 - Conduto do coração [1].

#### 1.4.1. C4 - *via vis structivae* / LingDao

O nome deste ponto, segundo a nomenclatura do modelo de Heidelberg, significa “o caminho da força construtiva”, correspondendo esta força construtiva ao Yin e ao Shen. Ele está localizado no lado cubital do antebraço, 1.5cun<sup>1</sup> [Figura 9] proximal da dobra do pulso, do lado radial do tendão do músculo flexor cubital do carpo [Figura 10 e 12]. Ele deve ser localizado com a face palmar da mão virada para cima [1, 10, 13]. A acupuntura

<sup>1</sup> Cun é uma unidade de medida na Medicina Tradicional Chinesa, sendo 1 cun a largura de um polegar do doente



deste ponto deve ser efetuada de forma perpendicular com cerca de 0.3-0.5cun de profundidade e pode ser aplicada moxa nas situações de dor associadas ao agente frio [2, 13]. Uma particularidade deste ponto e do seu conduto é a sua proximidade anatômica com o nervo cubital [Figura 11, Tabela 1].

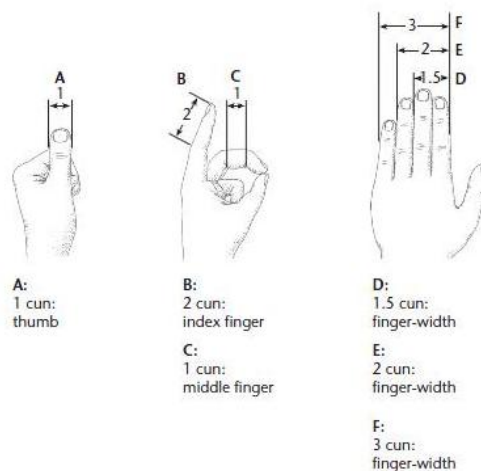


Figura 9 - Cun, a unidade de medida na medicina tradicional chinesa [15].

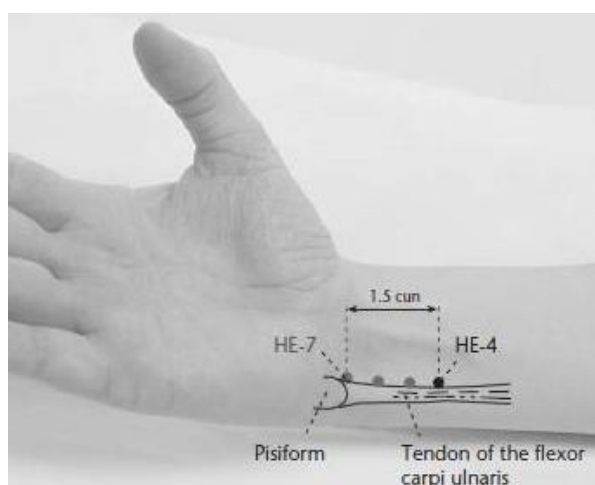


Figura 10 - Localização do ponto C4 (HE-4) [15].

Acupoints	Subcutaneous nerves	Deep-layer nerves
Jiquan (HT 1)	Medial brachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Qingling (HT 2)	Medial brachial cutaneous nerve, medial antebrachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Shaohai (HT 3)	Medial antebrachial cutaneous nerve	
Lingdao (HT 4)	Medial antebrachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Tongli (HT 5)	Medial antebrachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Yinxi (HT 6)	Medial antebrachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Shenmen (HT 7)	Medial antebrachial cutaneous nerve	Trunk of the ulnar nerve
Shaofu (HT 8)	The 4 <sup>th</sup> common palmar digital nerve of the ulnar nerve	
Shaochong (HT 9)	Terminal branch of the ulnar nerve	

Tabela 1 - Correlação anatômica do conduto coração e nervo cubital [16].



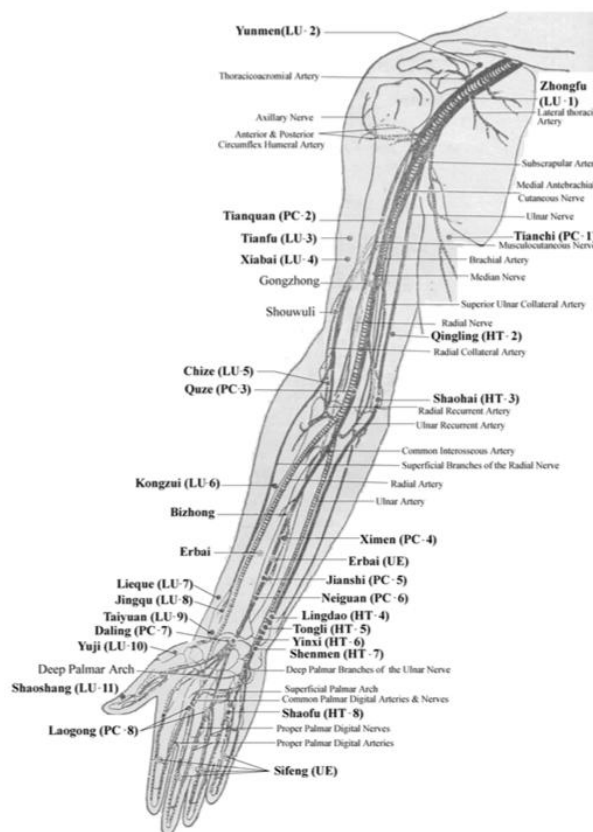


Figura 11 - Correlação anatómica do conduto coração e nervo cubital [16].

O C4 é um ponto metal e transitório (Quinquiductory Transitory) do conduto do coração, tendo qualidades em compensar a depleção (Depletion) da orbe renal (Renal Orb) e dispersar os agentes externos vento (Ventus) e humidade (Humor) [13].

Sendo C4 um ponto transitório, a função deste ponto é permitir que o Qi transita de uma localização para outra, podendo ele atuar à distância no curso do conduto. É por isso um ponto que pode ser usado quando as queixas localizadas no percurso do conduto, originadas pelo bloqueio do fluxo de Qi por um agente [2].

Como foi abordado anteriormente, no estágio seis da ALT, as orbes suscetíveis neste estágio são a do coração e a do rim, mas a orbe cardíaca não é diretamente afetada pelo agente frio, a não ser que o agente frio ultrapasse a orbe pericárdica (Pericardiac), sendo então a orbe cardíaca o ponto mais profundo que o frio possa invadir num organismo. Quando há um bloqueio severo do Yin na orbe cardíaca, a morte poderá ser iminente, sendo a dispersão do agente frio essencial para a regeneração e para a convalescença [2].

Como o C4 é um ponto transitório, tem efeito sistémico na transformação da energia cardíaca para energia renal pela fase metal, quer na superfície (Extima) quer no interior (Intima) [2].

Na superfície, atua no conduto do coração permitindo a dispersão dos agentes humidade, vento e frio, tendo indicação clínica para tratamento das patologias relacionados com o cotovelo e das patologias do nervo cubital [2].

A nível interno, atua ao nível das orbes, permitindo a libertação do Qi da orbe cardíaca em repleção para a orbe renal, possibilitando assim que o pensamento racional da orbe renal contrabalance com as emoções e pensamentos erráticos da orbe cardíaca bloqueada [2].

O ponto C4 pode também ser usado nos casos de défice de Qi original. O doente pode apresentar sintomas renais como astenia e sonolência com necessidade de repouso, fraqueza essencialmente nos membros inferiores e região lombar. O défice de Qi pode também afetar o Shen, apresentando sintomas como alterações da memória, mais frequentemente observadas nos idosos. Na avaliação de pulso radial pode ser objetivado um pulso profundo nas três porções bilateralmente, o que, segundo a nomenclatura de Heidelberg, é classificado como Orb Dependent Pulse [2].

O uso deste ponto está também indicado no tratamento de: dor tipo facada no centro do tórax, náuseas mas sem vômitos, hipofonese ou rouquidão aguda, depressões e fobias [13].

## 2. Condução Nervosa e Contração Muscular

A extensão de um dedo é um movimento simples. Fazemos este movimento diariamente sem pensar como é que o fazemos. No entanto, se formos analisar a neurofisiologia por detrás desta simples contração muscular, vamos encontrar um mecanismo complexo que envolve o funcionamento adequado, desde a produção de proteínas essenciais para a formação de bombas transportadoras de iões à anatomia funcional de um membro.

De uma forma sintética, a contração muscular necessita de 3 componentes essenciais: a componente nervosa, a componente muscular e a transmissão neuromuscular em si.

### 2.1. Componente Nervosa

A fibra nervosa é o nome dado a um axónio ou a um dendrito de uma célula neuronal. No sistema nervoso central, as fibras nervosas são referidas como tratos neurais e no sistema nervoso periférico são chamadas de nervos periféricos [17].

Sabe-se que existem 2 tipos de fibras nervosas [Figura 12]: as fibras nervosas mielinizadas, que possuem uma bainha de mielina no seu revestimento; e as fibras nervosas não mielinizadas, que não possuem revestimento de mielina [17].

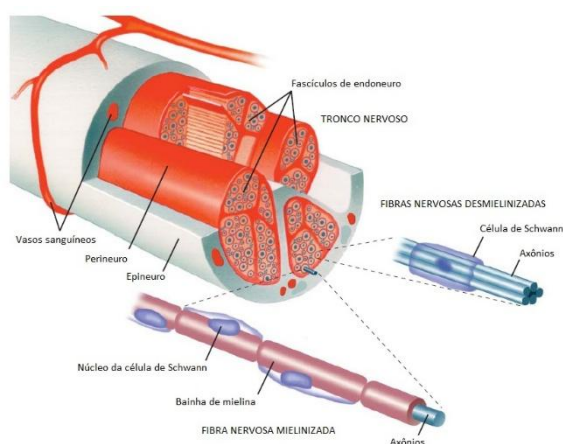


Figura 12 - Os dois tipos de fibras nervosas [18].

Na maioria dos músculos esqueléticos, as fibras musculares estendem-se ao longo de todo o comprimento do músculo e cada uma delas é enervada apenas por uma só terminação nervosa (com exceção de cerca de 2% das fibras, por exemplo as que enervam

os grandes músculos da parede abdominal), localizada próximo da parte média da fibra [17, 18].

O hilo neurovascular é o local onde entram os componentes nervoso e vascular necessários para suprir o músculo, que geralmente tem um posição mais ou menos constante. O nervo para cada músculo contém fibras motoras e sensoriais. (4)

Existem 3 tipos de fibras motoras: a) grandes fibras alfa mielinizadas, que são axónios mielinizados das células alfa do corno cinzento anterior da medula espinhal. Elas enervam as fibras extrafusais que compõem a massa principal do músculo; b) pequenas fibras gama mielinizadas, que são as fibras que enervam as fibras intrafusais dos fusos neuromusculares; c) delgadas fibras C não mielinizadas, ou seja, fibras pequenas amielínicas, que são eferentes autonómicos pós ganglionares que enervam o músculo liso das paredes dos vasos sanguíneos [Figura 13] [17-19].

Existem 3 tipos de fibras sensoriais: a) as fibras mielinizadas, que se originam nas terminações dos fusos neuromusculares; b) as fibras mielinizadas, que se originam nos fusos neurotendinosos; c) as fibras, mielinizadas ou não, que se originam em numerosas terminações sensoriais no tecido conjuntivo do músculo [17, 18].

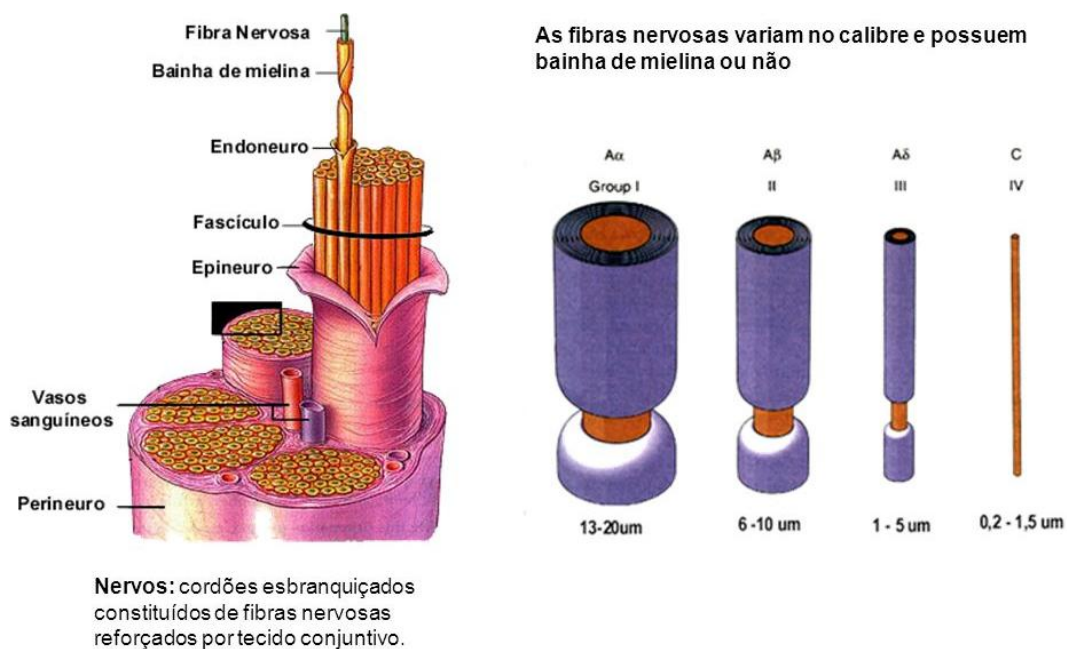


Figura 13 - Morfologia dos nervos e os diferentes calibres das fibras nervosas.

Uma unidade motora é definida como um só neurónio motor alfa situado na coluna cinzenta anterior da medula espinhal e as fibras musculares que ele enerva [Figura 14]. Assim que cada grande fibra mielinizada alfa chega a um músculo esquelético, ele ramifica-se e o número de ramos depende das dimensões da unidade motora e da função dos músculos. Nos músculos em que é necessário um controlo muscular preciso, as unidades

motoras têm poucas fibras musculares, como por exemplo nos pequenos músculos da mão. Por outro lado, nos grandes músculos dos membros onde não é necessário um controlo preciso, um nervo motor único pode enervar várias centenas de fibras musculares, como por exemplo nos quadríceps [17, 18].

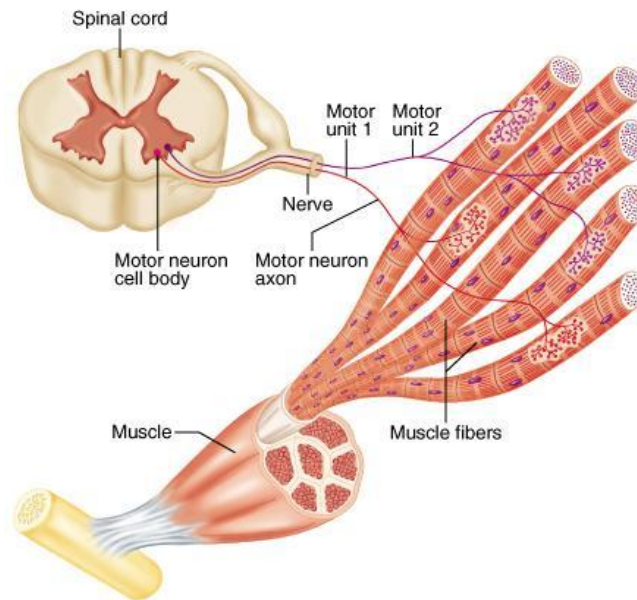


Figura 14 - Unidade motora [20].

A junção neuromuscular ou placa motora é o local onde se juntam a extremidade de uma fibra nervosa e uma fibra muscular. A grande maioria das fibras musculares é enervada por apenas uma placa motora. Ao chegar à fibra muscular, a fibra nervosa perde a sua bainha de mielina e ramifica-se em ramos muito finos. Cada um destes ramos termina como axónio sem qualquer revestimento, formando o elemento neural da placa motora [17].

A placa motora é reforçada pela bainha de tecido conjuntivo da fibra nervosa que se torna contínua com a bainha de tecido conjuntivo da fibra muscular. A placa motora é constituída pela membrana plasmática do axónio (axolema ou membrana pré-sináptica) e pela membrana plasmática da fibra muscular (sarcolema ou membrana pós sináptica), que é separada por uma fenda cerca de 30 a 50nm de largura – a fenda sináptica [17].

## 2.2. Componente Muscular

O sarcolema funde-se, em cada extremidade da fibra muscular, com uma fibra tendinosa e eles juntam-se em feixes entre si para formar os tendões dos músculos, que depois se inserem nos ossos [18].

Cada fibra muscular contém várias centenas a milhares de miofibrilas [Figura 15]. Cada miofibrilha é formada por cerca de 1500 filamentos de miosina adjacentes e 3000 filamentos de actina. No músculo esquelético e no músculo cardíaco que têm aspeto estriado, os filamentos de cada miofibrilha são organizados em faixas [Figura 15]. As faixas I contêm apenas filamentos de actina e as faixas A contêm os filamentos de miosina. Os filamentos de actina fixam-se no disco Z que por sua vez é formado por proteínas filamentosas diferentes dos filamentos de actina e de miosina. Este disco passa transversalmente através da miofibrilha e também transversalmente de uma miofibrilha para outra, de forma a uni-las em toda a espessura muscular [18, 21].

O sarcómero é a porção da miofibrilha que fica localizada entre dois discos Z sucessivos. Numa posição de repouso, quando a fibra muscular está plenamente alongada, o comprimento do sarcómero é de aproximadamente  $2\mu\text{m}$ . Nesta posição, os filamentos de actina estão apenas ligeiramente sobrepostos aos filamentos de miosina. Os filamentos de miosina e de actina mantêm-se alinhados entre eles pelas moléculas filamentosas de tinina, que é extremamente elástica e reveste os filamentos de miosina e actina. Então quando os filamentos deslizam e se sobrepõem entre eles, através das forças mecânicas geradas pela interação das pontes cruzadas e com a ajuda da tinina, o sarcómero encurta e ocorre a contração muscular [18].

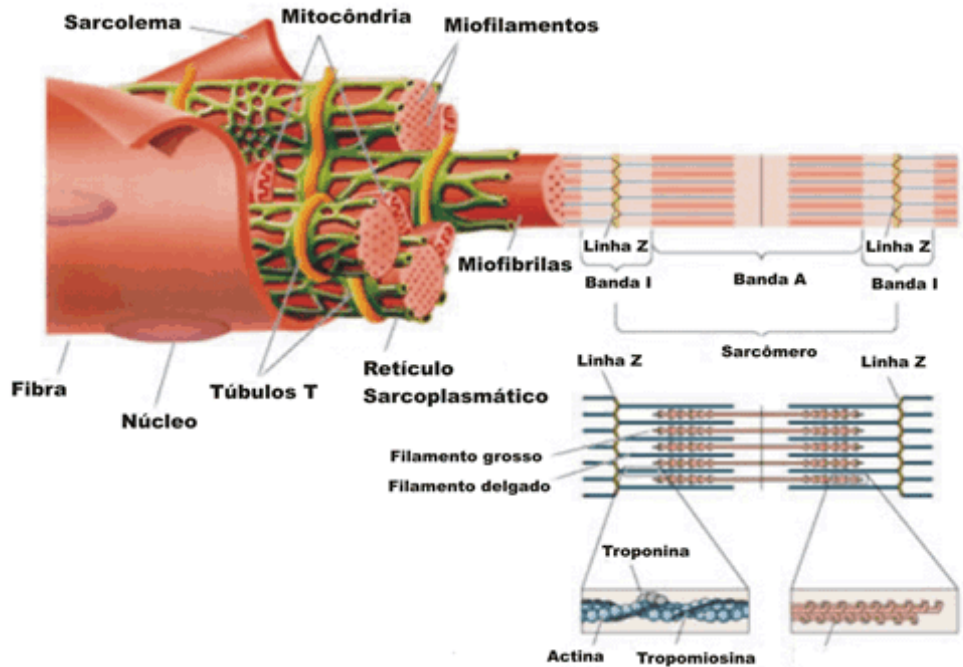


Figura 15 - Organização da fibra muscular [22].

### 2.3. Transmissão Neuromuscular – O Potencial de Ação

Em repouso, a fibra nervosa está polarizada e o seu potencial de repouso é produzido pela difusão de sódio e de potássio, através dos canais da membrana plasmática, e é mantido pela bomba de sódio potássio por transporte ativo com gasto de trifosfato de adenosina [Figura 16] [17]. Um potencial de repouso típico tem cerca de -80 a 90mV, com o exterior da membrana positivo em relação ao interior; e o potencial de ação (impulso nervoso) tem cerca de +40 a 60mV, com o exterior da membrana negativo em relação ao interior [17, 18].

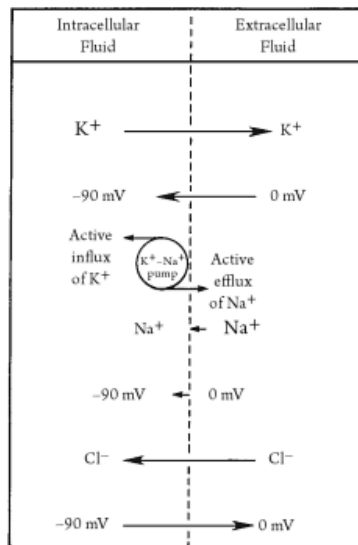


Figura 16 - Representação esquemática do fluxo activo e passivo dos potássio (K), sódio (Na) e cloro (Cl) pela membrana celular [23].

O limiar para a iniciação do potencial de ação numa fibra nervosa de grande calibre é de -65mV, equivalendo a uma elevação súbita do potencial de membrana de 15 a 30mV [17].

Quando um estímulo adequado é aplicado à superfície do axolema, é iniciado um potencial de ação no segmento do axónio estimulado, onde há um aumento súbito da permeabilidade da membrana estimulada para o sódio. Com a entrada súbita de sódio pelo axolema, o potencial de membrana é reduzido a zero, ficando assim a membrana despolarizada. A carga negativa no exterior do axolema passa a atuar como estímulo para o axolema, que ainda está com carga positiva, e em menos de 1 milissegundo a polaridade da região adjacente é invertida, formando assim uma onda autopropagável de negatividade elétrica que passa ao longo de todo o comprimento da fibra nervosa [17].



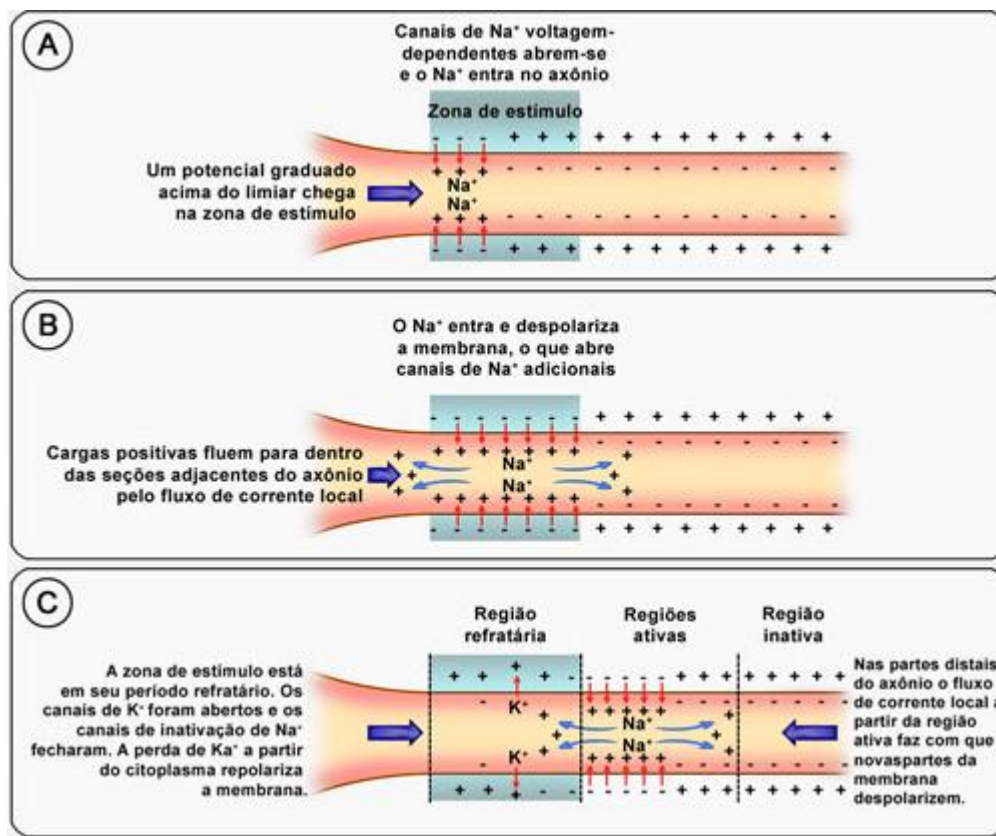


Figura 17 – A propagação do potencial de ação pela fibra nervosa: A – estímulo, B – despolarização, C – repolarização [24].

À medida que o potencial de ação se desloca ao longo da fibra nervosa [Figura 17], a entrada de sódio para o axónio cessa, enquanto aumenta a permeabilidade do axolema para o potássio. Como a concentração de potássio é muito superior no interior do axónio, comparado com o exterior, o potássio rapidamente se difunde para fora do axónio. A superfície externa do axolema volta a ser positiva, em comparação com a superfície interna, e deste modo é restaurado o potencial de repouso da membrana original – fase de repolarização [17, 18].

Quando o potencial de ação atinge a membrana pré-sináptica de uma placa motora, provoca a abertura de canais de cálcio voltagem dependentes. Com a entrada de cálcio no axónio há libertação da acetilcolina, pelas vesículas pré-sinápticas, que por sua vez se vai ligar aos recetores de acetilcolina do tipo nicotínico, levando à abertura dos canais regulados pela acetilcolina e permitindo o influxo de sódio e efluxo de potássio na célula muscular, gerando assim um potencial de ação no sarcolema, que se for suficientemente grande leva a abertura dos canais de sódio voltagem dependentes. Com o influxo de sódio gera-se um potencial de ação muscular que vai propagar-se pela superfície do sarcolema, despolarizando a fibra muscular e levando à libertação de cálcio pelo retículo



sarcoplasmático. O cálcio vai ativar os filamentos de actina e de miosina, que ao deslizarem entre si geram a contração muscular [17, 18].

Uma vez que a acetilcolina tenha cruzado a fenda sináptica, permanece em contacto com os canais iónicos da membrana pós sináptica por cerca de 1ms e é imediatamente hidrolisada pela acetilcolinesterase, permitindo a repolarização da fibra muscular [Figura 18] [17, 18].

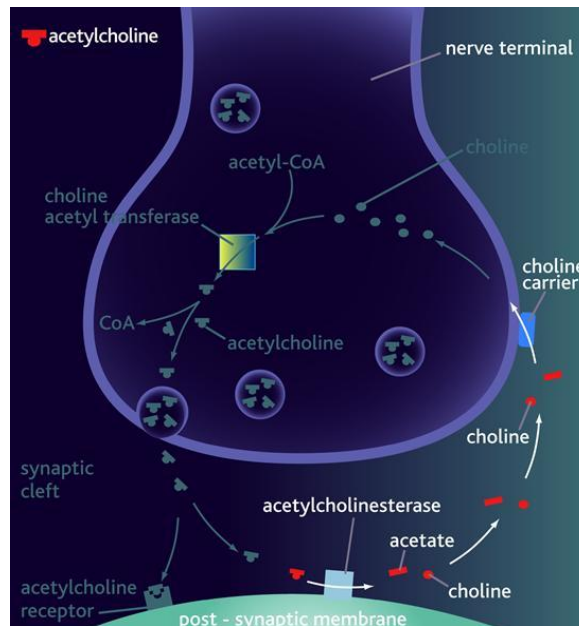


Figura 18 - Mecanismo de ação da acetilcolina na fenda sináptica [25].

## 2.4. Particularidades da Condução Nervosa

### 2.4.1 Velocidade de Condução Nervosa

A velocidade de condução de uma fibra nervosa é proporcional à área transversa do axónio, quanto mais calibrosas forem as fibras, maior é a velocidade de condução. A velocidade depende também de a fibra ser ou não mielinizada.

A condução nervosa é mais rápida nas fibras nervosas mielinizadas. A bainha de mielina funciona com o isolante e a fibra só pode ser estimulada nos nódulos Ranvier, onde o axónio fica exposto e os iões podem passar livremente, através da membrana plasmática, entre o líquido extracelular e o axoplasma. O potencial de ação salta dum nódulo para o seguinte, apresentando uma condução saltatória, que é bem mais rápida do que nas fibras não mielinizadas, onde o potencial de ação passa de modo contínuo ao longo do axónio, excitando progressivamente as áreas vizinhas da membrana [17, 18].

A velocidade da condução nervosa varia com a temperatura. O aquecimento do organismo facilita a ativação e a inativação da condutância do sódio, diminuindo assim a amplitude do potencial de ação e aumentando a frequência da sua transmissão. A velocidade de condução aumenta de forma linear cerca de 4 a 5% por cada 1°C, entre 29°C a 38°C [23], o tempo de latência motora distal aumenta 0.2ms a cada descida de 1°C, o que leva a uma diminuição da velocidade de condução no nervo cubital de cerca de 2.4m/s a cada descida de 1°C [21, 26, 27].

Nos recém nascidos a velocidade de condução nervosa é de cerca de 50% da velocidade do adulto, passam a atingir parâmetros de adultos aos 3-5 anos [19]. A velocidade de condução nervosa diminui com a idade [19, 28], considera-se a diminuição da velocidade de 1m/s por cada década (a partir da 3ª década de vida à 8ª) [28].

A velocidade de condução também varia consoante o comprimento dos nervos e fatores metabólicos.

#### 2.4.2. Período Refratário

Há um período de tempo logo a seguir à passagem do impulso nervoso em que a fibra nervosa não é capaz de transmitir um novo impulso, por mais intenso que seja o segundo estímulo, porque o axolema ainda está despolarizado – o período refratário absoluto. Este mecanismo impossibilita um estado excitatório contínuo do nervo, limitando assim a frequência dos impulsos. Nas fibras nervosas mielínicas calibrosas o período refratário absoluto é de cerca de 1/2500s, portanto nestas fibras a transmissão máxima de impulsos é de cerca de 2500 impulsos por segundo. A seguir a este período de tempo, existe o período refratário relativo, altura em que o axolema está parcialmente repolarizado e há transmissão nervosa se o impulso for mais forte que o normal. Este período dura cerca de um quarto do período refratário absoluto [18].

### 2.5. Particularidades da Contração Muscular

#### 2.5.1. Frequência da Condução Nervosa e da Contração muscular

A frequência da contração muscular depende da quantidade de acetilcolina que é libertada na placa motora, que por sua vez depende do número de impulsos nervosos que chegam à terminação nervosa.

Portanto, a contração da fibra muscular esquelética é controlada pela frequência dos impulsos nervosos que chegam à terminação do nervo motor. A quantidade de

impulsos nervosos que são transmitidos é, por sua vez, limitada pelo período refratário absoluto e pela intensidade do estímulo.

### 2.5.2 Força de Contração Muscular

Quando o músculo começa a contrair-se após um longo período de repouso, a sua força inicial de contração pode ser apenas a metade da observada 10 a 50 contrações musculares depois. É o chamado efeito em escala, a força da contração vai aumentando até alcançar um platô [18].

Quando se contrai um músculo, há um aumento gradual da força muscular, porque as primeiras unidades motoras estimuladas são as unidades motoras mais pequenas, que apresentam um limiar de excitabilidade mais baixo. Depois, à medida que a contração aumenta, as unidades motoras progressivamente maiores são ativadas [17, 18].

A força máxima de contração de um músculo que esteja a funcionar com comprimento normal fica, em média, entre 3 e 4 Kg por  $\text{cm}^2$  de músculo. Admitindo que, por vezes, o músculo quadríceps pode ter até  $40\text{cm}^2$  de diâmetro muscular, ocasionalmente poderão ser aplicados até 363Kg de tensão ao tendão patelar [18].

No sarcómero, a força de contração atinge o máximo quando os filamentos de actina estão completamente sobrepostos aos filamentos de miosina. Isto é possível pela interação das pontes cruzadas, sendo que quanto maior for o número de pontes cruzadas que tracionam os filamentos de actina, maior será a força de contração. O sarcómero apresenta a força de contração máxima com cerca de  $2\mu\text{m}$  de comprimento. A partir de  $1.65\mu\text{m}$  de comprimento a força de contração diminui [18].

Por outro lado, se o músculo estiver estirado muito além do seu comprimento normal antes da contração, há um alto grau de tensão de repouso que resulta das forças elásticas do tecido conjuntivo, do sarcolema, dos vasos sanguíneos, dos nervos, etc. O aumento na tensão que ocorre durante a contração, a chamada tensão ativa, diminui quando o músculo está estirado além do seu comprimento normal ( $> 2.2\text{micrometros}$ ) [18].

Quando o músculo não precisa de vencer qualquer carga, ele contrai-se com extrema rapidez, atingindo em cerca de 0.1segundo a contração plena. Se houver carga, a velocidade de contração torna-se progressivamente menor à medida que a carga aumenta. Quando a carga se igualar à força máxima que o músculo consegue exercer, a velocidade de contração torna-se zero e não haverá contração, apesar da ativação da fibra muscular [18].

É de relembrar que para que o processo contráctil possa prosseguir é necessária energia. Energia essa que é derivada do trifosfato de adenosina, obtida por diferentes vias bioquímicas que não vão ser abordadas aqui por não serem do âmbito deste trabalho [18].

A perda progressiva da força de um músculo, com fortes contrações repetidas, é diretamente proporcional ao ritmo de depleção do glicogénio muscular e consequentemente à redução das quantidades de trifosfato de adenosina nas fibras musculares. Portanto, a maior parte da fadiga resulta, provavelmente, apenas da incapacidade de os processos contrácteis e metabólicos das fibras musculares continuarem a suprir o mesmo rendimento de trabalho [18].

A interrupção do fluxo sanguíneo, por um músculo em processo de contração, resulta em fadiga muscular quase completa dentro de 1 ou 2 minutos, devido à falta de suprimento de nutrientes, especialmente falta de oxigénio [18].

### 3. Doenças Neuromusculares

As doenças neuromusculares são classificadas em quatro grupos, de acordo com a porção da unidade motora que esteja envolvida: doença do neurónio motor, doença do nervo periférico, miopatias e doença da junção neuromuscular.

As doenças do neurónio motor incluem a esclerose amiotrófica lateral, a atrofia muscular espinhal e outros síndromes mais raros como a atrofia muscular progressiva. Algumas são hereditárias outras idiopáticas, mas todas elas se manifestam com paralisia progressiva e incapacitante, apresentam sobrevida de anos a décadas, mas com má qualidade de vida.

Os distúrbios dos plexos nervosos geralmente resultam de traumatismo físico ou radico, de compressão externa por estruturas adjacentes ou de invasão metastática de neoplasias e mais raramente de neurite autoimune.

As doenças dos nervos periféricos incluem as mononeuropatias, a mononeuropatia múltipla e as polineuropatias, sendo as duas primeiras distúrbios focais e a última uma disfunção nervosa periférica generalizada. A neuropatia periférica é a mais prevalente das patologias neurológicas, afetando 2 a 8% dos adultos e a incidência aumenta com a idade.

As mononeuropatias podem ser compressivas, hereditárias e inflamatórias; por vezes há distúrbios de vários nervos periféricos – mononeuropatia múltipla – associados a vasculites e doenças metabólicas como diabetes mellitus.

As polineuropatias podem resultar de lesões essencialmente no axónio do nervo periférico (neuropatia axonal), na bainha de mielina (neuropatias desmielinizantes [Figura 19]) ou na vascularização do nervo (neuropatia vascular) [29]. Etiologicamente falando, as polineuropatias podem ser hereditárias [30] ou secundárias a infeções, tóxicos, neoplasias, alterações metabólicas [31] e autoimunes [29, 32].

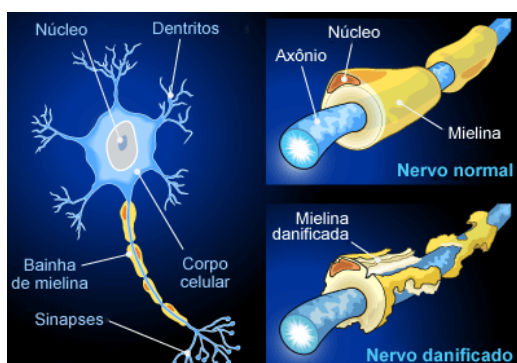


Figura 19 – Neuropatia desmielinizante [33].

As miopatias são doenças primárias estruturais ou funcionais dos músculos, que podem ser hereditárias ou adquiridas. As hereditárias incluem distrofias musculares, miopatias congénitas, distúrbios dos canais iónicos, distúrbios metabólicos e mitocondriais.

As adquiridas incluem distúrbios metabólicos, endócrinos, inflamatórios, iatrogénicos e tóxicos.

As doenças da junção neuromuscular interferem na transmissão elétrica entre o nervo e o músculo. Podem ser hereditárias, adquiridas ou associadas a fraqueza e fadiga devido ao exercício. Qualquer uma destas doenças está associada a um ou mais distúrbios relacionados com a acetilcolina, desde a sua síntese e armazenamento nas vesículas sinápticas à quantidade de moléculas que são libertadas na fenda sináptica ou à eficácia da molécula em gerar uma despolarização pós sináptica. Em relação à etiologia, as doenças da junção neuromuscular podem ser congénitas, associadas a um distúrbio autoimune ou tóxico. As alterações iónicas, como no caso de hipo ou hipercaliémia, independentemente da causa, podem alterar a função neuromuscular, uma vez que a capacidade de acetilcolina de iniciar variações elétricas na membrana pós sináptica da junção neuromuscular depende do potássio [17].

Como foi referido anteriormente, muitas das doenças neuromusculares são secundárias a tóxicos. Seguem-se alguns exemplos: álcool [34], digoxina, heroína, vincristina, isoniazida, lítium, amiodarona, fluoroquinolonas [35], e metais pesados como o chumbo, tálio e arsénio podem causar neuropatias [29, 32]; estatinas e fibrato são causas frequentes de miopatias [32]; antagonistas competitivos da acetilcolina como a nicotina, carbaminocolina, ogalamina, tubocurarina, atropina e escopolamina [17]; agentes que causam despolarização da membrana pós-sináptica como succinilcolina; agentes que bloqueiam os recetores como propanolol e fenoxibenzamina; toxinas bacterianas como clostridium botulium que inibe a libertação de acetilcolina.

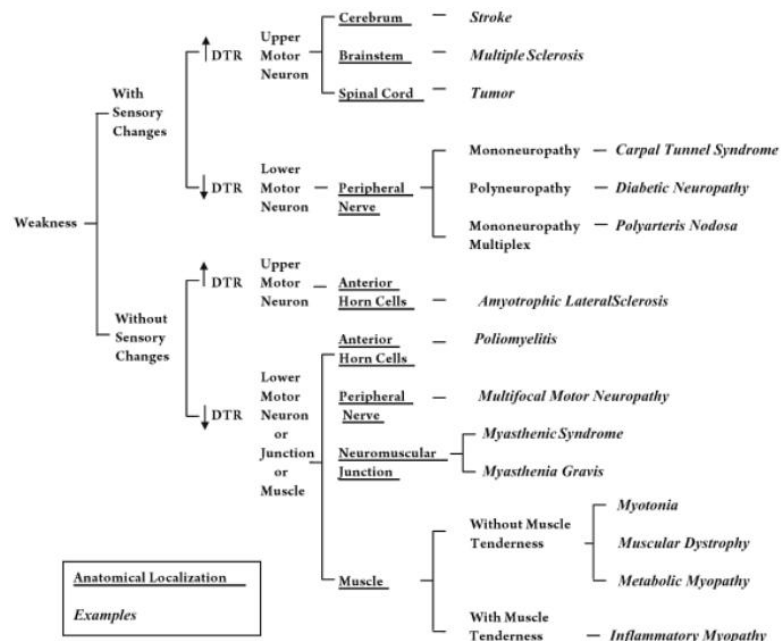


Figura 20 - Diagrama simplificado dos diagnósticos diferenciais da fraqueza muscular, feita com base na sintomatologia, reflexos osteotendinosos profundos (DTR) e a localização.

### 3.1. Lesão do Nervo Periférico

A sobrevivência do citoplasma neuronal depende de ele estar conectado, não importando quão indiretamente, ao núcleo que desempenha um papel chave na síntese das proteínas para a sobrevivência da célula. Deste modo, o citoplasma dos axónios e dos dendritos degenerará com muita rapidez, se estes forem separados do corpo celular neuronal [17].

Uma lesão grave do corpo celular neuronal pode resultar em degeneração de todo o neurónio, incluindo os seus dendritos e terminações sinápticas. A degeneração das células lesionadas é rápida. Os detritos neuronais e os fragmentos de mielina são fagocitados pelas células microgliais ou macrófagos e o neurónio é substituído por tecido cicatricial em menos de 4 dias. Em contraste com o início rápido da degeneração, a recuperação do corpo celular neuronal e a regeneração dos seus processos podem levar vários meses [17].

#### 3.1.1. Regeneração dos Axónios nos Nervos Periféricos

O recrescimento dos axónios (motores, sensoriais e autonómicos) é possível nos nervos periféricos e parece depender da presença de tubos endoneurais e das qualidades especiais apresentadas pelas células de Schwann. As novas terminações axónicas crescem, partindo do toco proximal para o toco distal, em direção aos órgãos de destino da fibra nervosa. Acredita-se que os seguintes mecanismos participem: a atração dos axónios por fatores quimiotróficos produzidos pelas células de Schwann, no toco distal; a presença de fatores estimulantes do crescimento no toco distal; e a presença de fatores inibitórios no perineuro para inibir os axónios de sair da bainha dos nervos.

A regeneração satisfatória dos axónios e o retorno da função normal dependem do tipo de lesão, existindo três tipos clínicos de lesão de nervos periféricos:

Neuropraxia - bloqueio transitório do nervo em que a paralisia é incompleta, sem evidência microscópica de degeneração do nervo. As lesões por pressão são a causa mais comum e a sua recuperação é rápida e completa.

Axonotmese - os axónios são lesados, mas a bainha endoneural permanece relativamente intacta, podendo ocorrer degeneração walleriana perifericamente. As lesões por esmagamento, estiramento e compressão são as causas mais comuns. Têm melhor recuperação funcional do que após a secção completa.

Neurotmese - termo aplicado à secção completa do nervo. Os músculos enervados apresentam paralisia flácida com atrofia rápida, associada à perda total da sensibilidade

cutânea em toda a área, que é exclusivamente enervada pelo nervo. A interrupção das fibras simpáticas pós ganglionares, que cursam por esse nervo, leva à perda do controlo vascular. A área cutânea fica avermelhada e quente numa fase inicial, posteriormente passa a ficar azulada e mais fria do que o normal, o que está associado ao crescimento retardado das unhas. As glândulas sudoríparas cessam de produzir suor e a pele fica seca e escamosa [17].

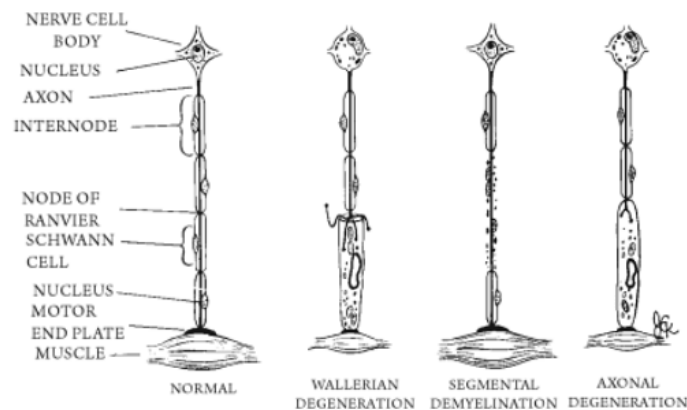


Figura 21 - Representação esquemática dos vários tipos de lesão neuronal [23].

Existem outros fatores que influenciam o prognóstico para além do tipo de lesão. Os nervos mistos têm menores probabilidades de boa recuperação, quando comparados com um nervo puramente sensorial ou puramente motor, uma vez que as fibras novas podem ser direcionadas para terminações incorretas (fibras cutâneas em tubos endoneurais motores ou vice-versa). A distância entre a extremidade proximal e distal do nervo seccionado também influencia o prognóstico. Quanto maior for a distância, maior será a lacuna preenchida por tecido fibroso. Nestes casos, a aproximação cirúrgica precoce pode melhorar o prognóstico. O tratamento da infeção local e fisioterapia adequada também são fatores determinantes no prognóstico nas lesões dos nervos periféricos [17].

Os axónios motores em recuperação crescem, em média, cerca de 1.5mm por dia. Os primeiros músculos a recuperar são os proximais, seguidos pelos distais. Os músculos podem responder à estimulação elétrica antes que reapareça o controlo voluntário. A recuperação sensorial ocorre antes do reaparecimento dos movimentos voluntários. A parte do nervo distal à secção fica muito sensível à estimulação mecânica, uma vez que os axónios sensoriais em regeneração tenham atingido o segmento distal. A recuperação da sensibilidade cutânea profunda é o primeiro sinal de recuperação, seguida pelo retorno da dor cutânea superficial mal localizada e do controlo vasomotor. As sensações térmicas e o tato fino são as últimas sensações a recuperar e, com frequência, de forma incompleta [17].



### 3.2. Nervo Cubital

O nervo cubital é um dos ramos infraclaviculares do plexo braquial [Figura 22]. Tem origem no ramo terminal do fascículo medial, recebendo fibras de C8, T1 e frequentemente de C7 [Figura 23] [23, 36]. Na axila, ele está adjacente ao nervo mediano e à artéria braquial [23] e percorre a face medial do braço e posteriormente o epicôndilo medial para entrar no antebraço [36].

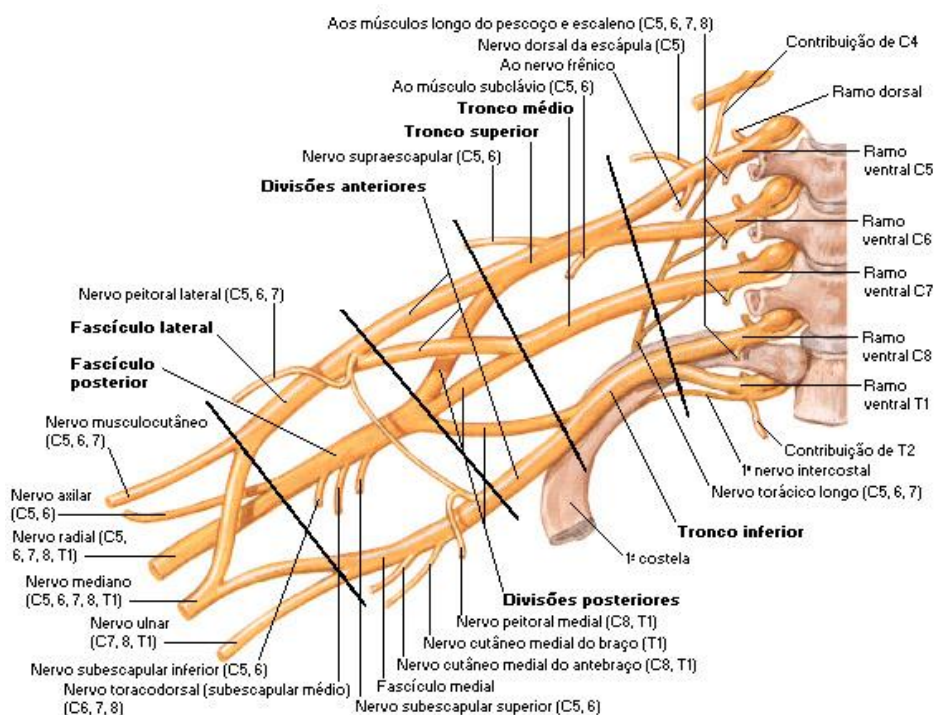


Figura 22 - Plexo braquial [37].

O nervo cubital não possui ramos no braço. Fornece ramos articulares para a articulação do cotovelo, ramos musculares, que enervam o flexor cubital do carpo e a parte cubital do flexor profundo dos dedos, e depois continua até à mão pelo ramo palmar onde enerva a maioria dos músculos intrínsecos e a pele da mão, dividindo ao meio o 4º dedo.

O flexor cubital do carpo é completamente enervado pelo nervo cubital, permitindo a flexão e adução da mão no pulso em simultâneo.

A parte medial do flexor profundo dos dedos é enervada pelo nervo cubital, porção do músculo que é responsável pela flexão das falanges distais do 4º e 5º dedos.

Os músculos intrínsecos da mão permitem a abdução e a adução dos dedos, bem como a flexão e a extensão das articulações metacarpofalângicas e interfalângicas próximas de todos os dedos [36].



Figura 23 - Nervo cubital [37].

### 3.2.1. Variações Anatômicas do Nervo Cubital

As variações na formação do plexo braquial são comuns. Além dos cinco ramos anteriores (C5 até C8 e T1) que formam as raízes do plexo braquial, podem ser feitas pequenas contribuições pelos ramos anteriores de C4 e T2. Ocasionalmente, ocorrem comunicações entre os nervos mediano e cubital, situados no antebraço. Estes ramos normalmente são representados por nervos finos, mas as comunicações são importantes clinicamente, porque mesmo com a lesão completa de um nervo, alguns músculos podem não ser paralisados [36].

A anomalia mais comum chama-se anastomose de Martin-Gruber [Figura 24], que consiste num ramo comunicante entre o nervo mediano e o cubital no antebraço. Geralmente as fibras envolvidas enervam os músculos intrínsecos da mão. Outra anomalia, rara, é a existência de comunicações entre os nervos cubital e medial no antebraço juntamente com todos os pequenos ramos das mãos [21, 23].

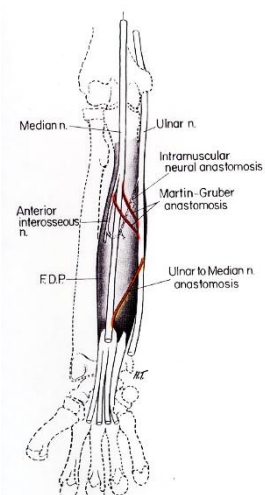


Figura 24 - Anastomoses entre os nervos cubital e mediano [38].

### 3.2.2. Lesão do Nervo Cubital

As lesões do nervo cubital normalmente ocorrem em quatro lugares: posterior ao epicôndilo medial do úmero (Dong), no túnel cubital, no pulso e na mão. Mais de 27% das lesões nervosas do membro superior afetam o nervo cubital, que é frequentemente lesado por ferimentos perfurantes e fraturas da extremidade distal do úmero, do olecrano ou da cabeça do rádio.

A porção do nervo cubital que passa posteriormente ao epicôndilo medial do úmero é frequentemente lesionada na fratura do cotovelo. Também pode ser por compressão durante o sono ou neurite ocupacional em trabalhadores que repousam os cotovelos em superfície dura por períodos longos.

No canal de Guyon [Figura 25], um túnel osteofibroso entre o pisiforme e o hâmullo do hamato, o nervo cubital pode ser comprimido, uma alteração frequente nos ciclistas, já que as mãos ficam estendidas e apoiadas no volante, fazendo pressão no hâmullo do hamato como se observa na imagem seguinte.

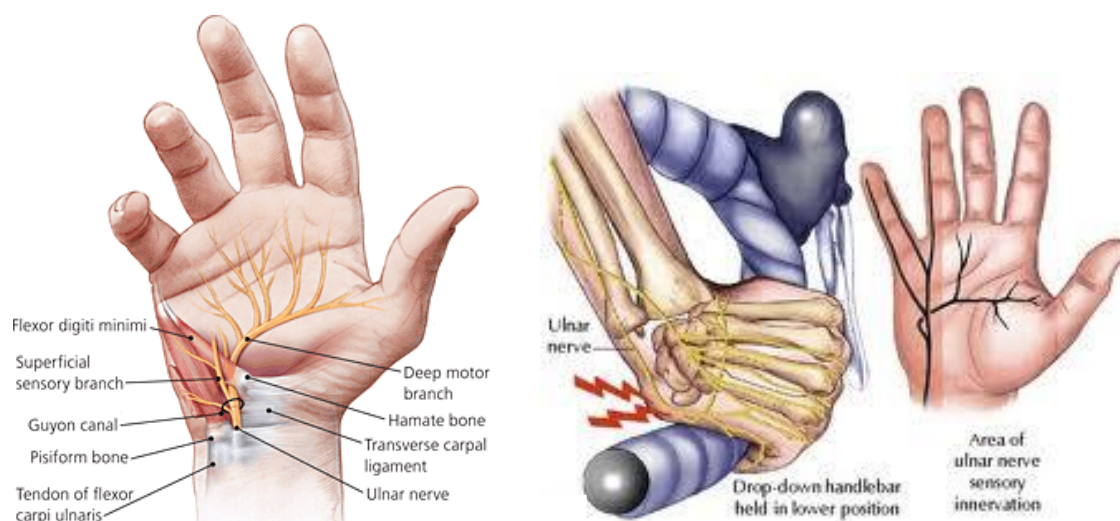


Figura 25 - Canal de Guyon (esquerda) e lesão do ciclista (direita) [39, 40].

A lesão do nervo cubital pode resultar na perda motora e sensitiva da mão. Uma lesão na parte distal do antebraço retira a parte nervosa da maioria dos músculos intrínsecos da mão, apresentando mão em garra, resultado da atrofia dos músculos interósseos da mão [36].

### 3.3. Estudo Electrofisiológico

Os primeiros estudos de condução nervosa ocorreram em 1870, inicialmente com o objetivo no esclarecimento da neurobiologia básica [41], em 1956 são registadas as primeiras alterações da condução nervosa em doente com lesão do nervo cubital [42]. Com a quantidade de trabalhos realizados na área [27, 28, 43-45], os valores de referência dos parâmetros habituais já estão estabelecidos. Atualmente, com a evolução da ciência estes estudos não são unicamente destinados à investigação, mas também à aplicação clínica no diagnóstico e estadiamento das doenças neuromusculares [46-48].

A eletromiografia permite a análise de propriedades elétricas no músculo esquelético em repouso e durante a contração voluntária [23]. Um músculo normal em repouso não produz atividade elétrica. A atividade elétrica espontânea durante o relaxamento muscular completo ocorre em distúrbios miotónicos, miopatias inflamatórias e músculos desnervados [32, 47].

A atividade espontânea de uma única fibra muscular é designada por fibrilação [Figura 26], enquanto a atividade espontânea da unidade motora é denominada de fasciculação. Na miotonia há despolarização e contração muscular repetida apesar de existir relaxamento completo. As anormalidades do potencial da unidade motora geralmente ocorrem durante a desnervação. Durante a reinnervação as unidades motoras remanescentes são polifásicas, aumentam a amplitude e a duração. Ao contrário das doenças musculares, como distrofias musculares, em que há destruição de fibras musculares, o potencial de ação da unidade motora é polifásico, com menor amplitude e duração. A redução de recrutamento das fibras musculares durante o maior esforço voluntário ocorre na desnervação. Nos doentes com doença muscular primária, mesmo com moderado esforço voluntário, há recrutamento total das fibras musculares, apesar da fraqueza muscular marcada [32].

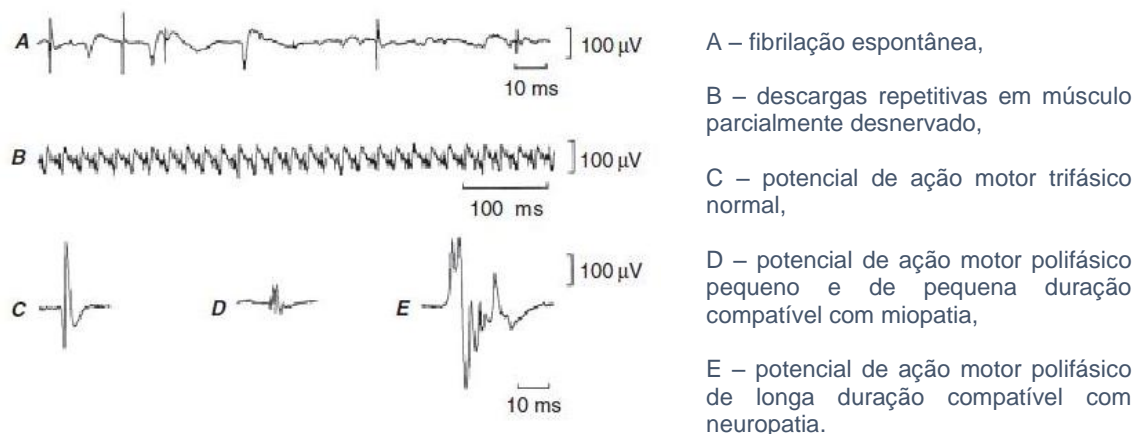


Figura 26 - Registos de electromiografia [48].

Um estudo eletrofisiológico permite a aplicação de estímulos nervosos em determinados pontos nervosos. Os estudos da condução motora dependem do registo de potencial de ação muscular no estímulo de um nervo misto [23, 42].

Numa estimulação nervosa aplicada externamente por uma corrente elétrica, esta vai despolarizar o nervo pelo cátodo (pólo negativo), induzindo negatividade do lado externo do axolema relativamente ao seu interior. Quando a despolarização atinge o potencial limiar, os canais de sódio voltagem dependentes ficam permeáveis ao sódio, iniciando a sequência de excitação neuronal previamente descrita [18, 23].

O estudo de condução motora consiste em estimular dois ou mais pontos do nervo e registar o potencial de ação muscular composto com um par de elétrodos (um junto ao músculo e outro junto ao tendão do respetivo músculo [49]) [Figura 27]. Com o cátodo posicionado no melhor local para a estimulação do nervo, vai-se aumentando o estímulo até obter a resposta máxima. O aumento do estímulo até 20% superior à intensidade máxima permite a ativação de todos os axónios do nervo em estudo [23].

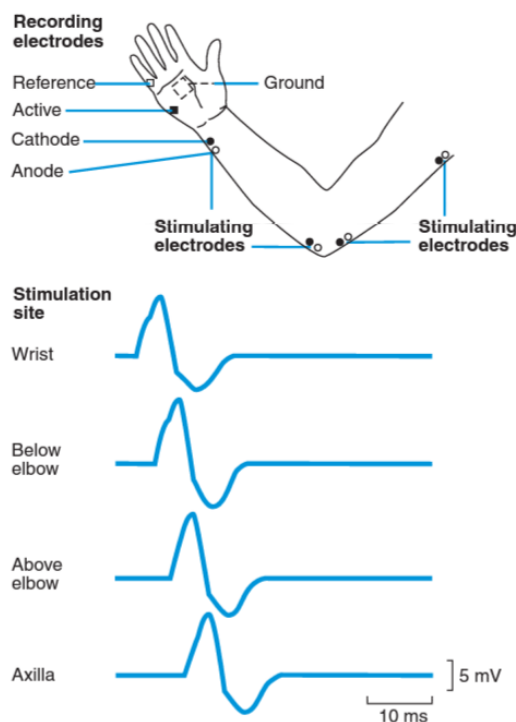


Figura 27 - Estudo da condução nervosa no nervo cubital [48].

O potencial de ação muscular composto consiste no potencial de ação da unidade motora que é registada pelo elétrodo ativo com rádio de 20mm da superfície da pele [Figura 28]. Os parâmetros geralmente avaliados são: a) tempo de latência – o tempo correspondente ao tempo entre a aplicação do estímulo e o início da resposta. Consiste em 3 componentes: o tempo de ativação do nervo desde a aplicação do estímulo à geração de potencial de ação; o tempo de condução nervosa entre o ponto de estímulo e a



terminação do nervo; e o tempo de transmissão neuromuscular desde o axónio terminal à placa motora, incluindo o tempo de geração do potencial de ação muscular; b) amplitude – a amplitude a partir da linha de base entre picos negativos e positivos; c) duração – tempo entre o início de resposta até voltar a linha de base; d) velocidade de condução nervosa [121, 23, 49].

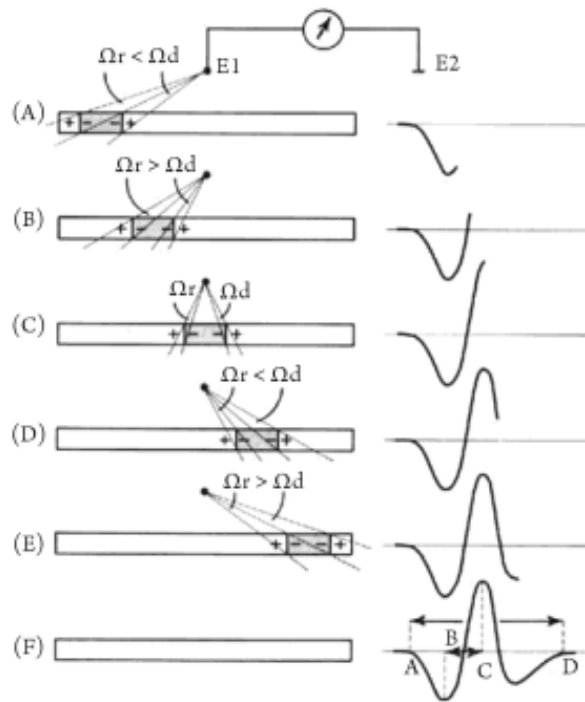


Figura 28 - Propagação do potencial de ação de um elétrodo (E1) para outro (E2) e a respetiva onda trifásica produzida, caracterizada pela amplitude, duração (A-D), e tempo de elevação (B-C) [23].

Não é possível calcular a velocidade de condução num segmento distal do nervo, uma vez que o tempo de condução do nervo motor é igual ao tempo de latência menos o tempo de ativação do nervo, o tempo de transmissão neuromuscular e o tempo de geração de potencial de ação muscular [23].

Admitindo que o tempo de geração do potencial de ação no ponto estimulado e o tempo de transmissão neuromuscular seja constante ao longo de todo o nervo, a medição do tempo de latência de potenciais de ação gerados em dois pontos diferentes do nervo, permite o cálculo da velocidade de condução nervosa nesse segmento.

No entanto, se se admite a possibilidade de acupuntura e moxibustão afetar a condução nervosa, alterando o tempo de latência, o tempo de geração do potencial de ação no ponto estimulado e o tempo de transmissão neuromuscular já não podem ser assumidos como valores constantes, não permitindo assim o cálculo da velocidade de condução com a fórmula habitual. Desta forma, optou-se na análise de dados deste

trabalho a avaliação da velocidade de reação em vez da velocidade de condução como nos estudos de condução nervosa habituais.

$$T_{\text{(latência)}} = T_{\text{(geração potencial)}} + T_{\text{(condução nervosa)}} + T_{\text{(transmissão neuromuscular)}}$$

$$V_{\text{(reação)}} = T_{\text{(latência)}} / C_{\text{(entre ponto 1 e eletrodo ativo)}}$$

Admitindo que o  $T_{\text{(geração potencial)}}$  e  $T_{\text{(transmissão neuromuscular)}}$  sejam constantes,

$$\begin{aligned} T_{\text{(condução nervosa entre ponto 1 e 2)}} &= T_{\text{(latência ponto 1)}} - T_{\text{(latência ponto 2)}} \\ &= T_{\text{(geração potencial ponto 1)}} + T_{\text{(condução nervosa ponto 1)}} + T_{\text{(transmissão neuromuscular ponto 1)}} - T_{\text{(geração potencial ponto 2)}} - T_{\text{(condução nervosa ponto 2)}} \\ &\quad - T_{\text{(transmissão neuromuscular ponto 2)}} \\ &= T_{\text{(condução nervosa ponto 1)}} - T_{\text{(condução nervosa ponto 2)}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} V_{\text{(condução nervosa segmentar)}} &= T_{\text{(condução nervosa entre ponto 1 e 2)}} / C_{\text{(entre ponto 1 e 2)}} \\ &= (T_{\text{(latência ponto 1)}} - T_{\text{(latência ponto 2)}}) / C_{\text{(entre ponto 1 e 2)}} \end{aligned}$$

No entanto, com a intervenção de acupuntura e moxibustão, admite-se a possibilidade de  $T_{\text{(geração potencial)}}$  e/ou  $T_{\text{(transmissão neuromuscular)}}$  não serem constantes, portanto

$$\begin{aligned} V_{\text{(condução nervosa segmentar)}} &= T_{\text{(condução nervosa entre ponto 1 e 2)}} / C_{\text{(entre ponto 1 e 2)}} \\ &\neq (T_{\text{(latência ponto 1)}} - T_{\text{(latência ponto 2)}}) / C_{\text{(entre ponto 1 e 2)}} \end{aligned}$$

## 4. Objetivos

A medicina tradicional chinesa é praticada há milhares de anos e durante muito tempo foi o único processo terapêutico em toda a China. A integração da medicina tradicional chinesa na sociedade moderna é um processo em evolução, sendo a investigação científica um meio essencial. Alguns estudos clínicos mostraram resultados promissores no tratamento de parésia facial [50] e síndrome de túnel cárpico [51] com acupuntura.

Este estudo tem como objetivo o estudo do efeito de acupuntura e moxibustão na condução nervosa, com uma avaliação científica e objetiva de parâmetros quantitativos.

Um estudo com participantes saudáveis, se se provar uma correlação positiva, este estudo poderá ser um ponto de partida para futuros estudos com aplicabilidade clínica desta terapêutica em doenças neuromusculares.



# MATERIAIS E MÉTODOS

## 1. Comissão de Ética

Este trabalho foi aprovado pela Comissão de Ética do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar [Anexo 1].

## 2. Consentimento Informado

Todos os participantes do estudo foram devidamente informados sobre o estudo, o procedimento e os possíveis riscos associados. Está em anexo um exemplar do consentimento informado utilizado neste projeto [Anexo 2].

## 3. Local de Colheita de Dados

O estudo foi realizado nas instalações do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar, numa sala calma, à temperatura ambiente.

## 4. Escolha da Amostra

Voluntários saudáveis recrutados de forma aleatória.

## 5. Material

Foram utilizadas agulhas de acupuntura esterilizadas e descartáveis de uso único, com tamanho 0.25x25mm [Figura 29]. Antes da inserção das agulhas, a pele foi desinfetada com uma solução antisséptica alcoólica.

A técnica de moxibustão foi efetuada com a aplicação de pequenos cilindros ociosos de moxa [Figura 30] nas agulhas inseridas.



Figura 29 - Agulha inserida no ponto C4.



Figura 30 - Cilindros ocios de moxa [52].

A aplicação dos estímulos foi efetuada com equipamento da Biopac Pro System, composto pelo hardware [Figura 31], pelo estimulador com o cátodo e ânodo [Figura 32], pelos elétrodos e respetivos cabos de conexão [Figura 30]. Para reduzir a resistência da pele foi aplicado um gel tópico no local de aplicação de estímulo e os elétrodos foram fixos com ajuda de fita adesiva [Figura 33].



Figura 31 - Hardware e cabos de conexão Biopac Pro System [53].



Figura 32 - Estimulador Biopac Pro System [53].



Figura 33 - Localização dos eletrodos [53].

A aquisição dos dados eletrofisiológicos foi efetuada com o software Biopac Student Lab Pro 3.7.3. A análise estatística foi efetuada com o software SPSS v. 22 e a apresentação dos resultados foi efetuada com os softwares Windows Office Excel e Word 2010.

## 6. Metodologia

É aplicado um estímulo elétrico na porção supra epicondilar do nervo cubital [Figura 34], no membro superior direito do voluntário. A estimulação inicial é efetuada com uma voltagem de 20volts, sendo que em cada 10 impulsos aplicados é aumentado 10volts, atingindo-se uma voltagem máxima de 80volts.



Figura 34 - Aplicação de estímulo na porção supra epicondilar do nervo cubital [53].

Aos 20 e aos 80volts é pedido ao sujeito em estudo para classificar o grau de desconforto causado pela estimulação elétrica numa escala de 0 a 10.

Após a estimulação elétrica do nervo cubital e a respetiva colheita de dados, o grupo de controlo fica em repouso durante 6 minutos, enquanto no grupo experimental é efetuada acupuntura e moxibustão no ponto C4 durante 6 minutos.

Após 6 minutos, é repetido todo o processo de estimulação elétrica, nos mesmos moldes acima descritos, até uma voltagem máxima de 80volts, em ambos os grupos de estudo.

Serão avaliados os seguintes parâmetros: sensibilidade elétrica, amplitude, tempo de latência e velocidade de reação.

# RESULTADOS

## 1. Caracterização da Amostra

A amostra é composta por 28 voluntários, sendo 35.7% (n=10) do sexo masculino e 64.3% (n=18) do sexo feminino, com idades entre os 20 e os 35 anos. Os voluntários foram distribuídos pelos grupos de controlo e experimental, 14 elementos em cada grupo.

<b>Sexo</b>	<b>n</b>	<b>n (%)</b>
<i>Homem</i>	10	35,7%
<i>Mulher</i>	18	64,3%
<b>Total</b>	<b>28</b>	<b>100,0%</b>

Tabela 2 - Caracterização da amostra

## 2. Análise Estatística

Como a amostra é inferior a 30, foi verificada a normalidade de todas as variáveis, tendo sido utilizado o teste de Kolmogorov-Smirnov, considerando-se uma variável com  $p > 0.05$ , uma variável com distribuição normal (variável paramétrica); e  $p < 0.05$  uma variável sem distribuição normal (variável não paramétrica), num intervalo de confiança de 95%.

Sendo os grupos de controlo e experimental amostras independentes, nas variáveis paramétricas (amplitude máxima, tempo de latência e velocidade de reação) foram analisadas as suas diferenças com Teste T, enquanto nas variáveis não paramétricas (sensibilidade) foi usado o teste de Mann-Whitney, não se verificando diferença na distribuição das variáveis no início entre os dois grupos.

Na análise das diferenças entre as variáveis dentro de cada grupo (antes versus depois), foi verificada a normalidade com o teste de Kolmogorov-Smirnov, pelas razões acima descritas, considerando-se  $p > 0.05$  uma variável com distribuição normal e  $p < 0.05$  sem distribuição normal. Uma vez que as amostras são emparelhadas, foi utilizado o teste T nas variáveis paramétricas (amplitude máxima, tempo de latência e velocidade de reação) e o teste de Wilcoxon nas não paramétricas (sensibilidade).

### 3. Apresentação dos Resultados

#### 3.1. Sensibilidade

A maioria dos voluntários sentiu a estimulação elétrica com a voltagem inicial de 20 volts, com exceção da primeira estimulação do grupo controlo, no entanto, as alterações não são estatisticamente significativas em nenhum dos grupos.

	<b>Grupo controlo</b>		<b>Grupo experimental</b>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Moda (volts)</i>	30,0	20,0	20,0	20,0
<i>Média (volts)</i>	23,9	21,1	25,0	23,6
	$p = 0,257$		$p = 0,317$	

Tabela 3 - Primeira sensação percecionada.

Utilizando uma escala de 0 a 10, sendo 0 sem desconforto e 10 o maior desconforto/dor, foi registada a classificação da sensibilidade ao estímulo aplicado aos 20 volts e aos 80 volts.

Aos 20 volts não se verificaram alterações estatisticamente significativas entre o grupo controlo e o grupo experimental.

Aos 80 volts, o grupo de controlo apresentou uma classificação média de 5.64 na primeira estimulação e depois uma classificação média de 6.93 na segunda estimulação, com diferença estatisticamente significativa ( $p = 0.005$ ). O grupo experimental apresentou uma classificação média de 5.5 na primeira estimulação e uma classificação média de 6.93 após acupuntura, com diferença estatisticamente significativa ( $p = 0.002$ ). A diferença é mais evidente no grupo experimental, que apresenta um aumento da sensibilidade de 26,0%, comparativamente com os 22,8% do grupo de controlo.

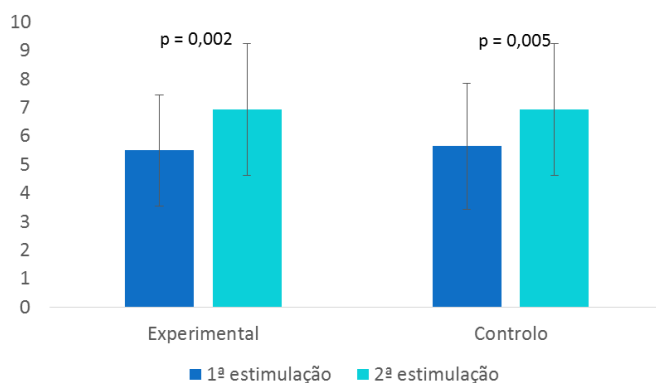


Gráfico 1 – Aumento da sensibilidade.

Grupo Controlo				Grupo Experimental				
	20 Volts		80 Volts		20 Volts		80 Volts	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
Classificação segundo escala de 0 a 10	2	2	5	5	2	3	5	7
	1	2	5	8	2	2	5	6
	0	0	4	4	0	2	5	6
	0	0	4	6	3	2	8	10
	1	1	4	4	0	0	6	10
	0	0	4	8	0	0	4	6
	0	0	3	3	0	0	2	2
	0	0	5	6	1	1	2	4
	3	0	10	10	0	1	7	8
	1	1	6	9	0	0	6	5
	1	1	8	8	1	0	8	8
	0	5	9	10	1	1	8	9
	0	0	8	9	0	1	5	9
	0	1	4	7	1	1	6	7
Média	0,64	0,93	5,64	6,93	0,79	1,00	5,50	6,93
Desvio padrão	0,93	1,38	2,21	2,30	0,97	0,96	1,95	2,30
	p = 0,461		p = 0,005		p = 0,317		p = 0,002	

Tabela 4 - Classificação do desconforto segundo uma escala de 0 a 10 aos 20 e aos 80volts.

### 3.2. Potencial de Ação Muscular Composto

Como já foi referido, no protocolo usado, a estimulação nervosa começa com impulso de 20 volts. Nenhum dos sujeitos em estudo apresentou potencial de ação muscular composto com essa voltagem. Na maioria dos voluntários, o primeiro potencial de ação muscular composto apareceu aos 40 volts.

Verificou-se que a intensidade do estímulo necessário para gerar o primeiro potencial de ação muscular composto é tendencialmente ( $p \approx 0,05$ ) menor na segunda estimulação do que na primeira, no entanto, a diferença não é estatisticamente significativa em nenhum dos grupos.

	<b>Grupo controlo</b>		<b>Grupo experimental</b>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Estímulo aplicado (volts)</i>	30	30	40	40
	30	30	30	30
	50	40	50	40
	40	40	30	30
	50	40	50	50
	40	40	30	30
	50	40	50	40
	60	40	50	50
	30	40	50	40
	60	40	70	60
	30	40	30	40
	30	30	60	50
	50	40	30	20
	50	40	50	50
<i>Moda</i>	30	40	50	40
<i>Média</i>	42,9	37,9	44,3	40,7
<i>Desvio padrão</i>	11,4	4,3	12,8	10,7
	$p = 0,053$		$p = 0,055$	

Tabela 5 - Voltagem a qual aparece o primeiro potencial de ação muscular composto.

O software Biopac regista os estímulos elétricos aplicados e o potencial de ação muscular composta produzida de forma emparelhada, como podemos ver na Figura 35. Assim, é possível comparar o perfil do potencial de ação muscular composto com a escalação dos estímulos. Permite também a recolha de alguns dados como a amplitude e o tempo de latência de um potencial de ação muscular composto.



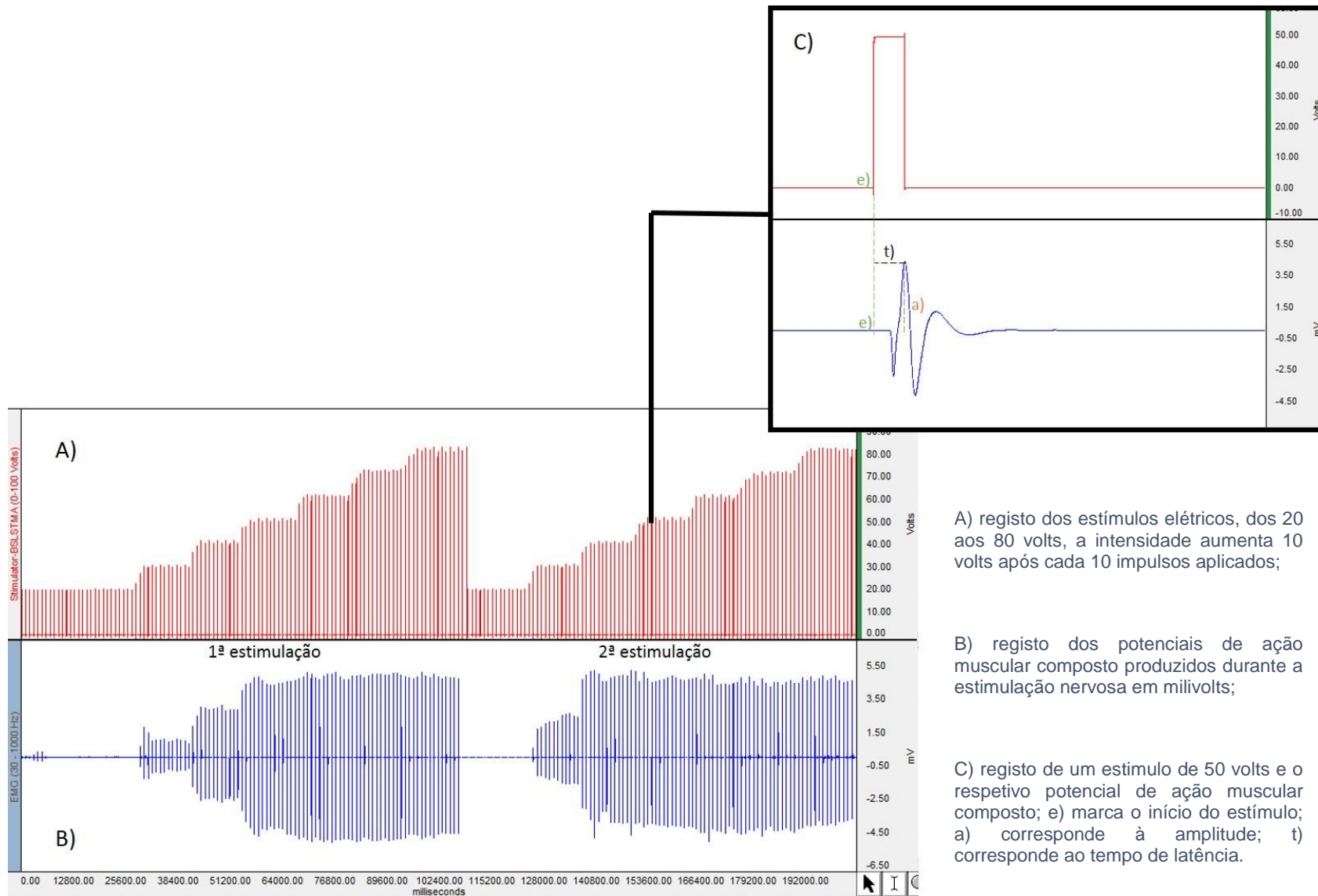


Figura 35 - Apresentação gráfica dos dados obtidos de um dos voluntários do grupo experimental.

### 3.2.1. Amplitude

A amplitude permite a avaliação indireta dos axónios funcionantes do nervo em estudo. Verificou-se que quanto maior é o estímulo aplicado, maior é a amplitude do potencial de ação muscular composto.

O aumento da amplitude à medida que se aumenta o estímulo é um processo gradual [Figura 35]. A partir de uma determinada voltagem, a amplitude atinge o seu valor máximo e, mesmo que seja aplicado um estímulo de maior intensidade, a amplitude permanece constante – admite-se que nesta fase todas as fibras musculares estejam recrutadas [Figura 35].

Verificou-se que o estímulo necessário para atingir a amplitude máxima foi menor na segunda estimulação do que na primeira. Essa diminuição foi estatisticamente significativa apenas no grupo experimental ( $p = 0,006$ ).

	<b>Grupo controlo</b>		<b>Grupo experimental</b>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Estímulo aplicado (volts)</i>	40	40	70	60
	40	40	60	50
	60	60	60	50
	60	60	50	40
	60	50	70	60
	60	50	70	60
	60	60	80	80
	70	50	80	80
	50	60	60	50
	70	50	80	80
	50	50	50	60
	40	40	70	60
	60	50	40	30
	60	50	60	60
<i>Média</i>	55,7	50,7	64,3	58,6
<i>Desvio padrão</i>	10,2	7,3	12,2	14,6
	$p = 0,053$		$p = 0,006$	

Tabela 6 - Voltagem a qual o potencial de ação muscular composto atinge amplitude máxima.

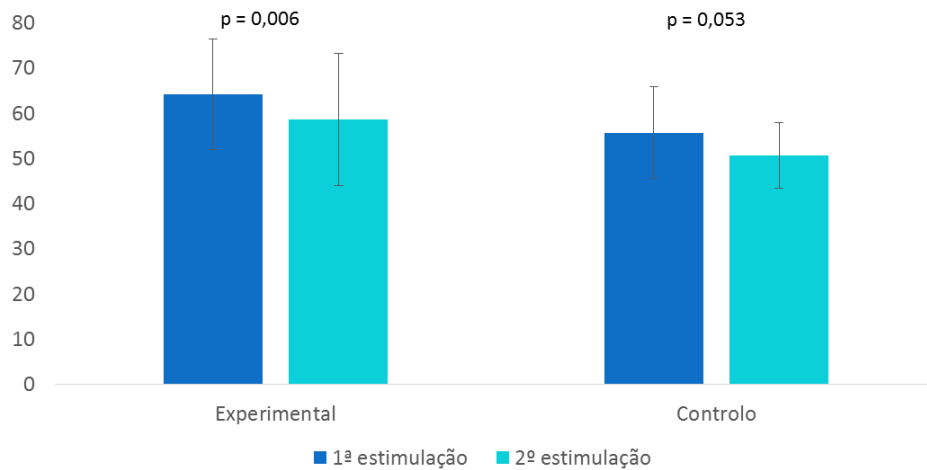


Gráfico 2 - Diminuição da voltagem necessário para atingir amplitude máxima.

Não se verificaram diferenças estatisticamente significativas da amplitude máxima entre a primeira e segunda estimulação em ambos os grupos do estudo.

	<b>Grupo controlo</b>		<b>Grupo experimental</b>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Média (mV)</i>	5,6	5,6	5,3	5,4
<i>Desvio padrão</i>	0,9	0,6	0,8	0,5
	p = 0,662		p = 0,460	

Tabela 7 - Amplitude máxima.

### 3.2.2. Tempo de Latência

Em relação ao tempo de latência, verificou-se um aumento do tempo de latência da primeira estimulação para a segunda em ambos os grupos. Esse aumento foi estatisticamente significativo apenas no grupo de controlo (p = 0,018).

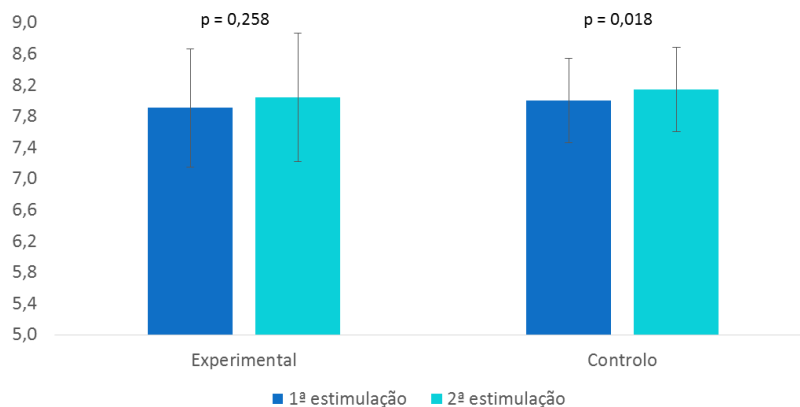


Gráfico 3 - Aumento do tempo de latência.

	<b>Grupo controlo</b>		<b>Grupo experimental</b>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Tempo de latência (ms)</i>	8,85	8,86	7,33	8,11
	7,59	7,77	8,55	9,53
	8,65	8,86	8,53	8,64
	8,86	8,79	8,63	7,93
	8,65	8,59	8,67	8,87
	7,44	7,62	7,96	7,66
	8,05	8,28	8,71	9,16
	7,55	7,27	7,46	7,58
	7,86	8,32	6,71	6,65
	7,63	7,87	8,77	8,56
	7,77	7,94	7,24	7,53
	8,07	8,35	8,11	7,99
	7,94	8,24	7,12	7,37
	7,20	7,25	6,88	6,99
<i>Média</i>	8,01	8,14	7,91	8,04
<i>Desvio padrão</i>	0,54	0,54	0,76	0,83
	<b>p = 0,018</b>		<b>p = 0,258</b>	

Tabela 8 - Tempo de latência.

### 3.2.3. Velocidade de Reação

Com o protocolo aplicado neste projeto não foi possível calcular a velocidade de condução nervosa, no entanto, foi calculada a velocidade de reação. Essa velocidade corresponde ao tempo necessário para o estímulo aplicado produzir um potencial de ação muscular composto, percorrendo a distância entre o ponto de estimulação e o eletrodo ativo da mão.

A fórmula aplicada foi a seguinte:

$$V_{\text{(reação)}} = T_{\text{(latência)}} / C_{\text{(distância entre o ponto de estimulação e eletrodo ativo)}}$$

Verificou-se uma diminuição da velocidade de reação da primeira estimulação para a segunda em ambos os grupos. Essa diminuição foi apenas estatisticamente significativa no grupo de controlo (p = 0,022).

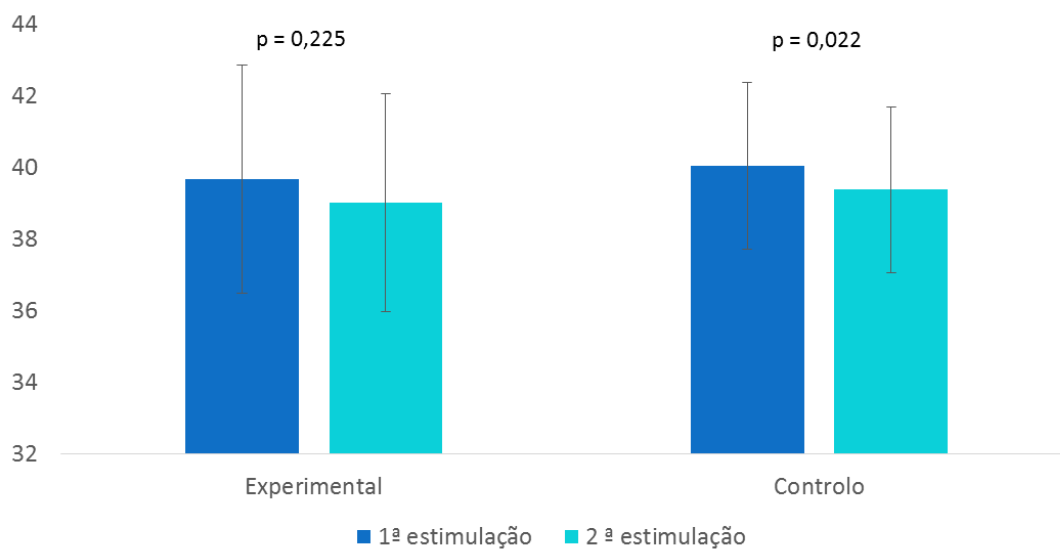


Gráfico 4 - Diminuição da velocidade de reação.

	<i><b>Grupo controlo</b></i>		<i><b>Grupo experimental</b></i>	
	1ª estimulação	2ª estimulação	1ª estimulação	2ª estimulação
<i>Tempo de latência (ms)</i>	39,55	39,50	42,31	38,21
	44,80	43,76	37,44	33,58
	38,73	37,81	41,02	40,51
	39,50	39,82	34,17	37,18
	36,99	37,25	38,08	37,22
	43,01	41,99	37,69	39,16
	39,13	38,04	37,90	36,03
	40,40	41,95	41,55	40,90
	43,26	40,87	43,20	43,63
	39,32	38,12	35,33	36,21
	39,90	39,04	38,67	37,17
	36,56	35,33	39,44	40,03
	38,41	37,01	44,94	43,44
	40,97	40,69	43,60	42,90
<i>Média</i>	40,04	39,37	39,67	39,01
<i>Desvio padrão</i>	2,33	2,31	3,20	3,04
	<b>p = 0,022</b>		p = 0,225	

Tabela 9 - Velocidade de reação.

# DISCUSSÃO

Neste estudo não foram registadas intercorrências com o material e o equipamento utilizados, nem complicações agudas associadas à estimulação elétrica ou às técnicas de acupuntura e moxibustão aplicadas.

Todos os participantes do estudo apresentam idades entre os 20 e os 35 anos, o que homogeneiza a amostra diminuindo os possíveis viés da condução nervosa associada à idade.

Verificou-se um aumento estatisticamente significativo na classificação do desconforto dos 20 para 80 volts, em ambos os grupos, sendo esse aumento mais evidente no grupo experimental. Apesar de ser um parâmetro com uma avaliação subjetiva, os resultados sugerem a possibilidade de que a acupuntura e a moxibustão possam ter efeito no aumento da sensibilidade.

Na maioria dos voluntários, o primeiro potencial de ação muscular composto apareceu com uma estimulação de 40 volts, no entanto este dado deve ser interpretado não como um valor absoluto, mas como um intervalo de 31 a 40 volts, uma vez que o aumento da voltagem foi de 10 em 10 volts.

Não se verificou diferença no valor da amplitude máxima atingida em nenhum dos grupos, o que era de esperar, uma vez que a amostra é constituída por indivíduos saudáveis e teoricamente há sempre a ativação de todas as fibras musculares desde que o estímulo seja suficientemente grande.

No entanto, verificou-se que no grupo experimental o estímulo necessário para atingir a amplitude máxima foi significativamente menor na segunda estimulação, o que sugere que a acupuntura e a moxibustão permitem o recrutamento completo das fibras musculares com um estímulo menor.

Verificou-se um aumento no tempo de latência e consequentemente uma diminuição da velocidade de reação estatisticamente significativa da primeira estimulação para a segunda, apenas no grupo controlo.

A falta de diferença estatisticamente significativa destes parâmetros no grupo experimental pode ser interpretada como uma prova de que a acupuntura e a moxibustão não diminuem o tempo de latência, nem aumentam a velocidade de reação, mas aumentam menos o tempo de latência e diminuem menos a velocidade de reação na segunda estimulação, em comparação com o grupo de controlo. Isto sugere um efeito positivo da acupuntura e da moxibustão sobre o tempo de latência e consequentemente na velocidade de reação.

Este estudo apresenta algumas limitações como: a) uma amostragem pequena; b) o fato de único critério de inclusão no estudo ser a declaração do participante de ser saudável. Deveria ter sido aplicado um questionário com dados socioeconómicos como profissão (para avaliação de risco de contacto com tóxicos), antecedentes pessoais (traumatismo, antecedentes cirúrgicos, patologias crónicas como diabetes mellitus) ou medicação e prática de desporto (atletas de alta competição têm risco aumentado de lesões subclínicas [54]); c) a falta de uniformização da posição do membro superior durante a colheita de dados, já que o tempo de latência varia consoante o ângulo de flexão do cotovelo e quanto mais fletido estiver o cotovelo, menor é a velocidade de condução [27, 55].

# CONCLUSÃO E PERSPETIVAS FUTURAS

Do trabalho realizado pode concluir-se que a estimulação do ponto C4 com acupuntura e moxibustão tem efeito eletrofisiológico na condução nervosa do nervo cubital:

- diminuindo a intensidade do estímulo necessário para atingir a amplitude máxima, ou seja, sendo necessário um estímulo menor para o recrutamento completo das fibras musculares;
- apresentando efeito sobre o tempo de latência e consequentemente na velocidade de reação.

Este estudo prospetivo, apesar das suas limitações, cumpriu os objetivos pretendidos e apresentou resultados promissores para futuros estudos de larga escala.



# BIBLIOGRAFIA

1. Silva F., Acupuntura e moxibustão – princípios, técnicas e aplicações, Serviços de Saúde de Macau, 1997.
2. Greten H., Understanding Acupoints, Heidelberg School Editions, unrevised course version, 2012.
3. Hesketh T. et al, Health in China Traditional Chinese Medicine: one country, two systems, BMJ VOLUME 315, 1997.
4. WHO Traditional Medicine Strategy 2014-2033, World Health Organization, 2013.
5. Baldry P., The integration of acupuncture within medicine in the UK – the British Medical Acupuncture Society's 25th Anniversary, Acupuncture Medicine 2005; 23(1):2-12.2
6. Silva B., Optar pelo Uso de Terapias Alternativas e Complementares: Representações Sociais da Medicina Alternativa e/ou Complementar e da Medicina Oficial/Convencional, Dissertação apresentada na Faculdade de Psicologia e de Ciências da Educação da Universidade do Porto, 2008.
7. ACSS <http://www.acss.min-saude.pt/Terap%C3%AAuticasN%C3%A3oConvencionais/tabid/1155/language/pt-PT/Default.aspx>. Junho 2015.
8. Alonso M, Effects of Acupuncture on Gait of Patients With Multiple Sclerosis, Dissertação de Mestrado, Universidade do Porto, 2014.
9. Greten H., Understanding TCM – The Fundamentals of Chinese Medicine, Heidelberg School Editions, 6ª edição, 2013.
10. Hempen et al, Pocket Atlas of Acupuncture, New York, Thieme, 2012
11. Witt C. et al, Safety of Acupuncture: Results of a Prospective Observational Study with 229,230 Patients and Introduction of a Medical Information and Consent Form, Forschende Komplementarmedizin, 2009.
12. NIH Consensus Conference on Acupuncture (1998) JAMA 280(17):1518-24
13. Pokert, Classical Acupuncture – the Standard Textbook, Hempen, Germany, Phainon Editions, 1995.
14. YanJie, Skill with Illustrations of Chinese Acupuncture and Moxibustion / TuJie ZhongGuo ZhenJiu JiFa, HuNan KeXue JiShu ChuBanShe, 1991.
15. Focks C., Atlas of Acupuncture, Churchill Livingstone, 2008.
16. Ying Xia et al, Acupuncture Therapy for Neurological Diseases - A Neurobiological View, TshingHua University Press, 2010.
17. Snell r., Clinical Neuroanatomy, Wolters Kluwer, 7thEd, 2010.
18. Gyton H., Tratado de Fisiologia Médica, Editora Guanbara Koogan, 10ª Edição, 2002.

19. Tiago R. et al, Aspectos hitomorfométricos do nervo laríngeo superior, Revista Brasileira Otorrinolaringologia, 2002
20. <https://tiagocacossi.wordpress.com/2012/04/28/forca-e-coordenacao-muscular-e-o-comando-neural/>. Junho 2015
21. Shin J., Clinical Electromyography - Nerve Conduction Studies, Lippincott Williams & Williams, 3rd Edition, 2003
22. <http://www.sobiologia.com.br/conteudos/Histologia/epitelio22.php>
23. Jun Kimura, Electrodiagnosis in diseases of nerve and muscle principles and practice, Oxford University Press, 4thEd, 2013.
24. [http://ead.uninove.br/ead/dps/biof02/imagens/a06\\_img04\\_biof02.jpg](http://ead.uninove.br/ead/dps/biof02/imagens/a06_img04_biof02.jpg)
25. <https://agentedenervosvx.wordpress.com/seccao-3/>
26. Singh H. et al, The Comparision of the motor nerve conduction velocity in the left and right upper limbs in normal right handed subjects, Journal of Clinical and Diagnostic Research, 2011.
27. Albers J. et al, Nerve Conduction Manual, Electroneuromyography Laboratory Department of Physical Medicine and Rehabilitation, University of Michigan Hospital Ann Arbor.
28. Anton D. et al, Normative median and ulnar nerve conduction values among a rural aged population, IOS Press, 2014.
29. Azhary H. et al, Peripheral Neuropathy: Differential Diagnosis and Management, American Family Physician, 2010.
30. Taioli F. et al, Inherited demyelination neuropathies with micromutations of peripheral myeloin protein 22 gene, Brain - A Journal of Neurology, Italy, 2011.
31. Morten C. et al, Low Peripheral Nerve Conduction Velocities and Amplitudes Are Strongly Related to Diabetic Microvascular Complications in Type 1 Diabetes, Diabetes Care, 2010.
32. Cecil C., Andreoli and Carpenter's Cecil Essentials of Medicine, Saunders Elsevier, 8th Edition, 2010.
33. [https://lookfordiagnosis.com/mesh\\_info.php?term=fibras%20nervosas%20mielinizadas&lang=3](https://lookfordiagnosis.com/mesh_info.php?term=fibras%20nervosas%20mielinizadas&lang=3). Junho 2015
34. Bhansali S. et al, Nerve Conduction Studies in Asymptomatic Alcoholics, Journal of Medical Science and Clinical Research, 2015.
35. Cohen J., Peripheral Neuropathy Associated with Fluoroquinolones, The Annals of Pharmacotherapy, 2001.
36. Keith L. Moore et Arthur F. Dalley, Anatomia Oritendada para a Clínica, Guanabara, 4ª Edição, 2001.

37. NETTER, Frank H.. Atlas de Anatomia Humana. 2ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. - <http://www.auladeanatomia.com/neurologia/braquial.htm>. Junho 2015
38. Ronald A. et al, Forearm Neural Anastomoses, Illustrated Encyclopedia of Human Anatomic Variation: Opus III: Nervous System - <http://www.anatomyatlases.org/AnatomicVariants/NervousSystem/Images/49.shtml>
39. Shehab R. et al, Evaluation and Diagnosis of Wrist Pain: A Case-Based Approach, Henry Ford Health System, Detroit.
40. Patterson J. et al, Ulnar and median nerve palsy in long-distance cyclists. A prospective study. American Journal of Sports Medicine. 2003 Jul-Aug; 31(4): 585-9
41. Turner M. et al, Landmark Papers in Neurology, United Kingdom, First Edition, Oxford University Press, 2015.
42. Gilliatt R. et al, Changes in nerve conduction with ulnar lesions at the elbow, Journal of Neurology Neurosurgery and Psychiatry, London, 1960.
43. Thomas P. et al, Nerve fibre size in the carpal tunnel syndrome, London, 1963.
44. Garibaldi S. et al, Dorsal ulnar cutaneous nerve conduction, Arquivo Neuro-Psiquiátrico, São Paulo, 2002
45. Grandini D., Valores normais das Velocidades de condução nervosa em um grupo de 101 pessoas, Arquivo Neuropsiquiátrico, São Paulo, 1998.
46. Ginanneschi F. et al, Anomalies of Ulnar Nerve Conduction in Different Carpal Tunnel Syndromes Stages, Muscle & Nerve, 2008.
47. Malik A. et al, Nerve conduction studies: essentials and pitfalls in practice, Journal Neurosurgery Psychiatry, 2005.
48. Hauser et al, Harrison's Principles of Internal Medicine, McGraw Hill, 18thEd., 2012.
49. Dong K., Ulnar nerve conduction study of the first dorsal interosseous muscle in Korean subjects, Annals of Rehabilitation Medicine, 2011.
50. Basic-Kes V. et al, Peripheral Facial Weakness (Bell's Palsy), Acta Clinica Croatica, 2013
51. Khosrawi S. et al, Acupuncture in treatment of carpal tunnel syndrome: a randomized controlled trial study, Iran, Journal of Research in Medical Sciences, J Res Med Sci 2012; 17(1): 1-7, 2012.
52. [http://www.panda.pt/pt/client/skins/produtos.php?cat=2330&tipo=produto\\_categoria](http://www.panda.pt/pt/client/skins/produtos.php?cat=2330&tipo=produto_categoria). Junho 2015
53. Nerve Conduction Velocity - Along the ulnar nerve of a human subject, Biopac System, Lesson H03 (b), 2004.
54. Singh S. et al, Study of motor nerve conduction velocities of upper extremity in the female archers, International Journal of Physical Education, Sports and Health, 2015.

55. Sattari S. et al, Changes in ulnar nerve conduction velocity across different angles of elbow flexion, Iranian Red Crescent Society, 2008.



Responsabilidade no Projeto de Investigação:

Professor Doutor Henry Greten, Docente no Mestrado em Medicina Tradicional Chinesa (MTC) no ICBAS, na qualidade de orientador da mestranda de MTC, Sónia Chan Machon, declaro que concordo com os objetivos e metodologias propostas no âmbito do projeto “Estudo do Efeito de Acupuntura e Moxibustão na Condução Nervosa” submetido para apreciação pela Comissão de Ética do Instituto de Ciências Biomédicas de Abel Salazar. Na qualidade de Director da Clínica de MTC Heidelberg, Alemanha, declaro ainda que me responsabilizo pelas custas e qualquer dano pessoal que eventualmente possa ocorrer no percurso do estudo científico em causa.

Porto, 8 de Junho 2015

Orientador

Prof. Dr. Henry Greten

ICBAS - UP

## ANEXO 1

**CONSENTIMENTO INFORMADO, LIVRE E ESCLARECIDO PARA PARTICIPAÇÃO EM  
PROJETOS DE DOCÊNCIA E/OU INVESTIGAÇÃO  
de acordo com a Declaração de Helsínquia<sup>1</sup> e a Convenção de Oviedo<sup>2</sup>**

*Por favor, leia com atenção a seguinte informação. Se achar que algo está incorreto ou que não está claro, não hesite em solicitar mais informações. Se concorda com a proposta que lhe foi feita, queira assinar este documento.*

**Título do estudo:** : “Estudo do Efeito da Acupuntura e Moxibustão na Condução Nervosa”

**Enquadramento:**

O estudo será realizado nas instalações do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar. No âmbito do projeto de Mestrado de Medicina Tradicional Chinesa do Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto, orientado pelo Professor Jorge Machado.

**Explicação do estudo:**

Com este estudo pretende-se determinar o efeito da acupuntura e moxibustão na condução nervosa.

Para tal os voluntários serão sujeitos ao seguinte procedimento:

- Aplicação de estímulo eléctrico no nervo cubital pelo Biopac System com uma voltagem máxima de 80volts.
- Aplicação de Programa de Acupuntura e Moxibustão
- Repetição da aplicação de estímulo eléctrico no nervo cubital pelo Biopac System com uma voltagem máxima de 80volts.

Relativamente à técnica da acupuntura, será aplicada agulha e moxibustão no ponto C4, localizado na face anterior do punho.

Os riscos associados a acupuntura são mínimos. Todas as agulhas de acupuntura são esterilizadas e descartáveis, de uso único. Antes da inserção das agulhas, a pele será desinfetada com uma solução antisséptica alcoólica.

Poderá contudo sentir algum grau de dor ou desconforto e “formigueiro” no local das picadas com as agulhas de acupuntura. Mais raramente, poderá sentir tonturas, ansiedade ou náuseas. É possível que após o tratamento possam surgir ligeiros sangramentos, em particular se estiver a tomar a tomar medicamentos anti-agregantes (ex.: ácido acetilsalicílico) ou anticoagulantes (ex.: varfarina) e/ou aparecerem ligeiros hematomas no local onde foram inseridas as agulhas que se

---

<sup>1</sup> [http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Comiss%C3%A3o%20de%20%C3%89tica/Ficheiros/Declaracao\\_Helsinquia\\_2008.pdf](http://portal.arsnorte.min-saude.pt/portal/page/portal/ARSNorte/Comiss%C3%A3o%20de%20%C3%89tica/Ficheiros/Declaracao_Helsinquia_2008.pdf)

<sup>2</sup> <http://dre.pt/pdf1sdip/2001/01/002A00/00140036.pdf>

resolverão espontaneamente. Caso esteja a tomar a medicação acima referida (ou outra) deverá informar a equipa de investigação.

Depois de terem sido informados da natureza deste estudo todos os elementos da amostra deverão assinar a declaração de consentimento informado.

**Condições e financiamento:**

O presente estudo será realizado sem qualquer custo para o voluntário em questão. Todos os custos serão suportados pelo Instituto de Ciências Biomédicas Abel Salazar da Universidade do Porto (ICBAS-UP). Sendo a sua participação voluntária terá o tempo que necessitar para ponderar sobre a sua participação neste estudo. É livre de consultar a opinião dos seus familiares ou amigos. Caso decida aceitar, poderá posteriormente a qualquer momento recusar continuar no estudo, sem quaisquer tipos de prejuízos assistenciais ou outros, caso não queira continuar a participar.

A responsabilidade de eventuais danos ocorridos durante o estudo, será da inteira responsabilidade da Heidelberg School of Chinese medicine, sito na Karlsruher Str. 12, 69126 Heidelberg, Germany, e cujo contacto telefónico é +49 (0) 6221 37 45 46. Este estudo mereceu o parecer favorável da Comissão de Ética do ICBAS-UP.

**Confidencialidade e anonimato:**

Todos os dados recolhidos para o presente estudo asseguram uma total confidencialidade e anonimato dos participantes, os seus nomes nunca serão tornados públicos. Todos os resultados obtidos serão devidamente codificados; os dados serão apenas do conhecimento do investigador principal e dos orientadores do estudo.

Eu, abaixo-assinado,

\_\_\_\_\_ BI/CC: \_\_\_\_\_

*Declaro ter lido e compreendido este documento, bem como as informações que me foram fornecidas pela pessoa que acima assina e que considero suficientes. Foi-me garantida a possibilidade de, em qualquer altura, me retirar da participação neste estudo sem qualquer tipo de consequências. Desta forma, aceito a participação neste estudo e permito a utilização dos dados que de forma voluntária forneço, confiando em que apenas serão utilizados para esta investigação e nas garantias de confidencialidade e anonimato que me são dadas pelo investigador.*

Porto, \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2015

Assinatura do Participante:

\_\_\_\_\_

Assinatura do Investigador:

\_\_\_\_\_